气候的历史

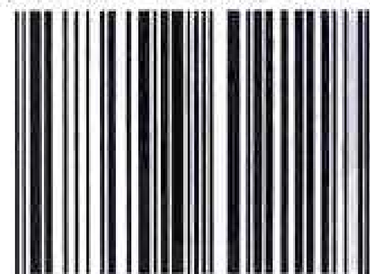
——从宇宙大爆炸到气候灾难

[法] 帕斯卡尔·阿科特 著

学林出版社



上架建议：社会科学理论


ISBN 978-7-5486-0211-8

9 787548 602118 >

定价：30.00元
易文网：www.ewen.cc

气候的历史

——从宇宙大爆炸到气候灾难

[法] 帕斯卡尔·阿科特 著
李孝琴 胡子 傅晶 章懿 巩珊珊 译

学林出版社

图书在版编目(CIP)数据

气候的历史：从宇宙大爆炸到气候灾难/(法)阿科特著;李孝琴等译. —上海：学林出版社，2011.8
ISBN 978-7-5486-0211-8

Ⅰ.①气… Ⅱ.①阿… ②李… Ⅲ.①全球气候变暖-研究 Ⅳ.①P461

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 156801 号

著作权合同登记号　图字：09-2010-777 号

气候的历史——从宇宙大爆炸到气候灾难



作　　者——[法]帕斯卡尔·阿科特
译　　者——李孝琴 等
责任编辑——叶　刚
封面设计——周剑峰

出　　版——上海世纪出版股份有限公司
学林出版社(上海钦州南路 81 号 3 楼)
电话：64515005　传真：64515005
发　　行——上海世纪出版股份有限公司发行中心
(上海福建中路 193 号　www.ewen.cc)
照　　排——南京展望文化发展有限公司
印　　刷——上海展强印刷有限公司
开　　本——890×1240　1/32
印　　张——9.5
版　　次——2011 年 8 月第 1 版
2011 年 8 月第 1 次印刷
书　　号——ISBN 978-7-5486-0211-8/C·11
定　　价——30.00 元

目　录

引言 …… 1

第一部分　从地球的形成到人类的出现 …… 9

第一节　时间的迷雾 …… 9

第二节　生命造就气候 …… 22

第三节　恐龙的灭亡 …… 41

第四节　老鼠与人类 …… 60

第二部分　当气候遇见历史 …… 86

第五节　地里劳作的人 …… 86

第六节　气候决定论 …… 107

第七节　动荡的小冰河期 …… 122

第八节　长冬之谜 …… 141

第九节　20 世纪的大动乱 …… 159

第三部分　全球变暖问题 …… 182

第十节　重建过去的气候 …… 182

第十一节　气候地理 …… 196

第十二节　人类与气候…………………………………… 211
第十三节　科学和政治间的气候变化………………… 245

结语………………………………………………… 268
附录………………………………………………… 275
参考文献…………………………………………… 280
致谢………………………………………………… 298
译后记……………………………………………… 299

引言

20亿年前，一种极光曾经笼罩着我们的星球长达几十万年之久。当时的太阳光比现在要弱得多，一些人甚至认为地球本来是完全被冰层覆盖的。就像在高山地区的一些冬天的黎明一样，那时的天空永远都是淡紫色？日落时是金黄色？还是像如今的火星上面一样是淡红色？当时那里有云吗？有在广阔的浮冰上呼啸的风吗？事实上，我们知道得并不确切：我们用以再现上溯到蒙昧时代的气候状况的可用资料并不多。

然而我们知道的是，很早以前，在地球的形成时期和第一冰川期之间，也就是大约46亿年前，地球的气温平均来说比现在要热，当时可能存在着大量的云团。也正是在这一时期，大约38亿年前，最早的微生物出现了。

古地球的气候状况有它自己的历史。关于这个历史的复原，以及一些重大变化的原因和预测的研究，构成了一门科学学科——气候学，即关于气候的科学研究。气候①一词，指特定地点或整个地球在特定时期内所有的大气状态(温度、风、降雨量、日照、湿度等)。气象学(来源于希腊语 meteôros 一词)是一门应用于天气预报的关于气候的科学。气候学是一门较新的学

---

① 气候(climat)：源自拉丁语 *clima*，*-atis*，希腊语 *klima*，意为"倾角"(某一地点的垂线与赤道面的夹角，也就是太阳光线与地球的夹角)。

科，因为气候条件并非一直和今天一样的这种思想是在相当近的时期才建立起来的：没有档案，对此人类的记忆最多能上溯到两或三代，这对于以精确的方式推进关于长期的规律性变化的假设来说无疑太短了。由于一些表面上与那些重大趋势相反的现象可能会突然出现，这样，1956 到 1962 年欧洲出现的特别酷热的冬天也属于在我们如今仍然存在的全球变暖的范围之内。

18 世纪时，一些古生物学者，如布丰（Buffon，1707—1788）等公布了一些关于热带动物（如大象、犀牛等）曾经在欧洲和北美洲北部生存过的证据，才使得气候曾经发生过重大变化的想法开始有所发展。我们如今一直观察岩层中各种类型的大型反石块，也就是"漂石"，同样也在这一发展中起过重要的作用。最初在汝拉山脉和阿尔卑斯山脉发现它们时，我们一开始把它们解释成了洪积的结果。19 世纪时，科学家们才发现，其实是从前一直覆盖着那些山区的巨型冰盖使它们脱离了本来的位置，然后又在冰川融化时将它们留在了那里。

气候学对于人类的发展，甚至是人类的生存来说，都是一门关键的学科，因为生物史从一开始就与气候史有着紧密的联系：气候的变化对于生物进化和生物多样性起着重要的作用；同样地，生物对于原始大气的极度变化也作出了很大的贡献。这样，气候学家发现，一些能够直接利用二氧化碳并释放氧气的生物（细菌和蓝藻）的出现和发展很早就改变了大气的化学组成成分。

同样地，科学家们也注意到，过去动物群的大灭绝与一些突然出现的气候骤变之间有着强烈的相关性：在著名的白垩纪—第三纪（距今约 6 500 万年）灾难中，相当一部分的中生代大型爬行动物（包括恐龙）灭绝了。这次灾难很有可能是由一次骤然

降温引起的，尽管对于这次降温的确切原因还存在争议：是彗星“杀手”？是灾难性的火山运动中巨型熔岩层以两公里的厚度覆盖了部分的印度次大陆？还是两者同时存在？

一直以来，一些气候变化的重复性特点都是摆在专家面前的严峻难题。最让他们困惑的是，一些重大的周期性变化中常常重叠着另一些更常出现的周期性变化，比如在第三纪和第四纪的过渡时期中相继而来的冰期。仅仅几十年前，我们才用塞尔维亚数学家米鲁丁·米兰科维奇(Milutin Milankovitch)的行星理论解释了这一现象。当然，这也要归功于我们对于可用数据更精确的阐释和信息科学方法的飞跃，使得一些极其复杂的模型成为可能。

如果说地质资料的相对不足让我们很难再现地球的原始气候，那么近期气候演变的征兆还是很多的。不仅如此，自从历史学家、如今法兰西大学的教授艾玛纽埃尔·勒鲁瓦·拉迪里(Emmanuel Le Roy Ladurie)将很多人的注意力吸引到其中一些征兆上之后，有时候甚至外行人都可以很容易地找到它们。这样，自 16 世纪开始，大量的远古雕刻都证明了阿尔卑斯山脉冰川的后退。每年，当成千上万的游客从沙莫尼山谷(Chamonix)附近的蒙坦威尔车站凝视冰河时，他们可以看到，欧洲在 1590 到 1850 年“小冰川期”的冰川最上限比当前水平超出了十多米。事实上，自中生代以来，我们对于古代气候的了解相对比较确切，而且越接近现代，这种确切度就越高。

正因如此，我们掌握的数据使我们能够理解为什么东非在第三纪末突然发生了那次重大的环境变化。这次变化可能对我们星球的历史产生了重大的影响，因为它对人类的起源也可能起到了不可忽略的作用。实际上，在这段时期内，最初的茂密树丛已经变成了草原，这同时也迫使人科(Hominidae)的群体慢

慢地放弃了树栖的生活方式。人科包括南方古猿，也就是人类的祖先，本身也属于人属，由古生物学者伊夫·科庞(Yves Coppens)、汤姆·格雷(Tom Gray)和唐纳德·约翰逊(Donald Johansson)发现的著名的露西(Lucy)就是其中之一。为了能够俯视那些较高的植物，他们需要经常采用两足的行为，这种行为可能逐渐导致了这个群体前肢的解放——从此以后，前肢就更常用来做一些其他的活动，而不仅仅是移动。众多人种起源方面的专家都认为，几千年来，手、脑、工具之间相互关系的不断发展可能对"能人"，也就是能够使用双手的人(我们认为最早经证实的工具就是"能人"使用的)的出现起到了很大的作用。

在历史有记载的时期中，气候和人类历史的联结关系已经不容置疑。正如我们将要看到的，如果说气候变化没法决定历史事件，那么它们至少也在其中扮演了一个重要的角色：今天我们相信，新石器时代(距今 6 000 年)最佳状态的温度使得农业能够在这块从巴勒斯坦南部一直延伸到美索不达米亚平原、被历史学家们命名为"肥腴新月"(Croissant fertile)的土地上产生和发展起来。同样地，我们也可以认为，如果没有开始于约公元 900 年、在 1200 年达到顶点并持续了大约一个世纪的那样一个漫长的温和气候期，13 世纪温带的欧洲就绝不会出现耕地面积的显著扩展。

最终，这又使得我们刚刚提到的联结关系更加紧密了。因为从那以后我们就了解到，人类活动极大地改变了大气的化学组成成分，这样就扰乱了地球的气温调节机制，从而也给 21 世纪留下了很多令人担忧的问题。

然而，我们还是应该保持理智：没有什么比气候决定论更违背历史前进步伐的了。早在 1922 年，历史学家兼地理学家吕西安·费夫尔(Lucien Febvre, 1878—1956)就在他的《地理环

境与人类进化》(*La Terre et l'évolution humaine*)一书中以副标题"关于历史的地理引言"(Introduction géographique à l'histoire)为这一观点指明了方向。受法国人类地理学奠基人保罗·维达尔(Paul Vidal de La Blache)的启发,他在书中抛弃了决定论的说法而转向了可能论(possibilisme)。在人类地理学上,可能论是吕西安·费夫尔从一句名言中总结出来的一种精神态度,这句名言就是"无处必需,则处处可能"(Des nécessités nulle part; des possibilités partout)。关于这一点我们有很多要说,至于地理学家乔治·贝特朗(Georges Bertrand)在一篇苛刻的批评中认为它是放纵主义的科学外衣就另当别论了。在这一点上,吕西安·费夫尔对查尔斯·孟德斯鸠(Charles de Montesquieu, 1689—1755)关于气候学说的分析是相当有说服力的——当然我们所说的是一个分析,因为作为一位真正的历史学家,他否认自己从其所属时代的高度对孟德斯鸠的气候学说作出了一个评论。他在分析中引用了这位《论法的精神》(*De l'esprit des lois*)的作者写的这样一段话:"非洲和亚洲南部的气候相同,而它们也处于同样的奴役束缚中",并试图将这种相对初级的观点同亚里士多德在其著作《政治学》第七卷中表达的观点进行比较。亚里士多德在书中写到:"寒冷地区的居民富有勇气,是为自由而生的。亚洲人缺乏精力,所以注定被专制和奴役①。"然而出于找到一个原因的需要,决定论可能被我们夸大其词了。正如《论法的精神》第十四卷第三章"南方一些民族性格中的矛盾"(其他很多章节中也有)中的这段所表明的一样:"古罗马时代,北欧人的生活中没有艺术,没有教育,也几乎没有法律;然而,仅仅凭着对气候粗浅的感情,他们就保持了一种令人敬佩的智慧,去对抗

① 吕西安·费夫尔,《地理环境和人类进化》,1922年。

罗马势力，直到他们从森林中走出来并将其摧毁。”①

无论如何，这本书中一旦遇到关于气候和人类社会的关系的问题，都需要我们用更谨慎的态度来对待：气候变化的重要程度将被控制在一种合适的限度。除非特殊情况，否则绝不会将短期天气用来解释气候本身。相反，更大的注意力应当集中在长期的气候变化上，尤其是史前史，那时候环境的人工化和动物的驯化还没有像有历史记载的时期那样已经将人类从气候的偶然性中解放出来。

最基本的一点就是对于久远年代的测定存在不确定性。有时候，我们可以合理地推定一个叉骨的年代；但是如果不能准确推定年代，读者就只能将给出的数字当作一个粗略的估计，这可能是由于测定方法在物质上的限制，也可能是由于对那些既定年代的科学修正。此外，让气候学家们感兴趣的是那些“周期”，因为这对他们来讲代表着某种“过程”。然而，应该清楚的是，目前有两大种类的年代推算方法，而且对于一些年代较近的时期的推算，不同的方法可能得出不同的结果。

编年史可以是相对的，例如，某一物体与其他物体的位置与时间，可能只是相比较而言暂时更具说服力。整个 19 世纪唯一为人熟知的地层学所采用的方法就是如此：尽管在这一学科中随时随地都应保持谨慎，我们仍然可以认为被覆盖的沉积物比覆盖它的地层要久远。

同时，编年史也可以是绝对的：如此，与当前含碳物质(按惯例取公元 1950 年)中碳 14 的放射性相比较而言，我们想了解的具体年代的含碳物质中碳 14 的放射性就可以是精确的，因为我们知道，碳 14 的放射性每 5 730 年降低一半。我们将看到，

① 吕西安·费夫尔，《地理环境和人类进化》，1922 年。

还有其他方法可以进行放射性元素原子核的自然裂变：铀—铅法(U238－Pb206)就是其中的一种，因为铅是天然铀裂变的最终产物——铀的裂变期，也就是它缩小一半的放射性所需要的时间是44.7亿年。当然还有很多其他的方法，比如铀-钍法(U－Th)和著名的钾-氩法(K－Ar)。

另一种绝对的年代测定法是树木年代学①：研究树木生长年轮的学说。众所周知，树木在冬天和夏天的生长速度是不一样的，它们长出的细胞颜色也不一样。因此，通过年轮交叠的顺序可以确定树木年代学的系列，并能以此为基础回溯到每棵树的时间上。

那么这里出现的问题是，这两种绝对的年代测定法(碳14测年法和树木年代学测年法)不一定完全相符！事实上，随着时间的变化，大气的自然放射性和地球表面是不断变化的。用“太阳梯度法(树木年代学的别称)”改正放射性碳测年法得到的数据是可能的：这样我们得到的数据就是已校准数据。在校准已经成为可能的年代相对较近的时期，只有在接近5 200 BP：Before Present，指：从1950年起以前的放射性碳年数时误差会比较大(当时达到了800年!)。因此，除非是特殊需要，本书给出的大部分关于日期的数据都没有经过校准。最后，按照惯例，碳14时间表中没有被校准的日期用BP标明，已经校准的日期按照我们的公元历法来定位(公元前和公元后)。这几个标注就足以说明研究古代气候学的困难、争论和不确定性，尤其是那些标志着有关生命与气候联结关系的科学研究方法的困难、争论和不确定性。

本书的目标在于对所有的这些问题做一个总结。首先描述

---

① 树木年代学(dendrochronologie)：源于希腊语 *Dendron*，意为“树”。

我们所了解的从最早时期直到今天的气候；然后试图大致预见一些可能出现的变化。在描述的过程中，本书将会涉及推测、假设和确实性的区分，以及大众传媒中出现的灾变说与不经思考的乐观主义之间的区别——所有这些对于思考并作出必要的决定都是有害的。2003 年夏天在法国造成极大损失并使法国沉浸在悲伤中的那场酷热，就是气候状况没有得到很好的理解和处理的一个典型例子：一部分人认为这次酷热是灾难性的、史无前例的，这样就排除了卫生部门的责任；对于其他人来说，这不过是一个虽不常出现但终究是稀松平常的事件，这也就使卫生部成了这场悲剧的直接责任人！我们的结论是，少一点华丽的研究而多一点客观冷静的思考，这本来真的可以让我们更有效率地对抗这场气候灾害造成的惨痛后果，而且我们完全可以相信，这种气候灾害在今后的几十年里可能再次出现。希望本书能帮助读者清晰地看到气候问题对于人类和所有生物物种所起的关键作用。

第一部分
从地球的形成到人类的出现

第一节 时间的迷雾

几年前，在带着一些孩子参观位于法国佩里戈尔(Périgord)、靠近莱斯·埃泽斯小城(Eyzies)的史前洞穴时，我会特意让他们留心观察里面那些壮美的岩画。而在那之前我就已经做了一个类比，我把外面那条长达 400 米的省道比作曾经将当代与旧石器时代[①]早期所分割开来的那 4 万年。这样的话，每 1 米就代表一个世纪。一边朝着"当代"前进，我会一边为他们解释。当走到最后 20 米时，我说，这就代表着最后的两千年，也就是在我们之前的这两千年。小朋友们对于历史知识知之甚少，他们对此感到惊愕不已，也让我意识到，他们对于在我们之前那么长的历史还无法理解。他们还无法理解我一路上所给出的路标指示，这些知识对他们来说可能太新了，而讲解又太快了。

---

① 旧石器时代(Paléolithique)："*paleo*"和"*lithos*"均来源于希腊语，分别表示"古的"与"石头"，即"古老石头的年代"，它是第四纪的第一个代，以约 200 万年前的更新世为开端(更新世中的"*pleistos*"和"*kainos*"亦来自于希腊语，表示"众多"与"新的，最近的")，一直延续到约 1.1 万年前旧石器时代早期的末尾、中石器时代的开端之时。"旧石器时代"一词是由英国银行家、自然学家、考古学家约翰·卢伯克(John Lubbock)于 1865 年明确定义的。

而当我们努力想要论证几亿年前的气候变化历史时，我们面临的是同样的情形。比起我们已有的迹象证据，困难要大得多，尤其是针对早期的年代，我们对于它们的了解远没有对近代了解得多。这样的话，对于古时候地球气候的研究似乎必须要求人们发挥想象力了。然而，这样的努力也只会让人晕头转向。假设我们继续采用在莱斯·埃泽斯小城用过的类比法，用 1 米来代表一个世纪，那么要行进到第一纪的最开始，我们要走 5 400 千米（原文为 54 千米）的路，也就是整整 5.4 亿年！而且，从地质的角度来讲，这段时间还算短的。这一时期也被称为显生宙[①]，因为同在它之前的前寒武纪时代相比，所能发现的活化石[②]已经足以说明这个时代的特征了。大多数专家都认为地球产生于 46 亿年前。这样前寒武纪[③]就持续了长达 40 多亿年。再从莱斯·埃泽斯通道的角度来看，也就是说，继续根据路程上每 1 米来代替 100 年来看，必须要走大约 46 000 千米（原文为 460 千米）才能离开寒武纪到达地球形成的时刻，还必须知道，离现在的时间越远，我们所能作出的年代推断只会越不精确。至于前寒武纪，有一些还不太明确的冲积扇能够展现好几亿年的状况。

即使是采用最经典的类比方法，这些久远的年代要理解起

---

① 显生宙(Phanérozoique)：来自希腊语的 *phanairos* 与 *zoon*，分别表示明显的、显著的及鲜活的、生动的。出土于这个时期的贝壳化石使得这时期的年代划分成为可能，也使得之后对于稍不明确的年代推断成为了可能。显生宙一词 Phanérozoique 与显花植物 Phanérogames（字面意思即生殖器显露出来）有同样的词根，后者就是指长有花朵的植被。

② 化石(fossile)：来源于拉丁语 *fodere*，意为挖掘，挖凿，起初用于所有埋藏在土地中的异物，如发现的史前的斧头、水晶、鱼类化石的牙、其他的真正的化石，等等。化石现在的含义指被埋藏在沉积物中的有机体，因为沉积物慢慢地变成了岩石，而有机体的原始骨骼结构也就这样不受损害地被保存了下来。

③ 前寒武纪(précambrien)：在古生代的第一个纪——寒武纪之前的地质时代，为英国威尔士的拉丁语名称，时为加勒国的坎布雷斯地区。

来仍然是很困难的。因此，我们常常把这段极其漫长的时期比作地球上的 1 年：假设地球在这年的 1 月 1 日凌晨产生，那么最早的生物就是在这年的 5 月出现，而前寒武纪时代直到 11 月 11 日结束，古石器时代早期于 12 月 31 日午夜前 6 分 30 秒开始，而我们的时代，也就是公元元年，则是在午夜前 20 秒时才开始的！在这个类比中，一秒的时间就代表了一个世纪。但是即使是这样的一个类比，要理解起来还是不容易的。

这样的理解困难诚然令人困惑，但是从科学的观点来看，关于年代划分的不精确特征却不那么令人困惑：这也是为什么它们总是在被修改。而问题尤其在于，地质学家们不能采用多种方法来证实那些时间的标志。随着时间的推移，海洋沉积物在海洋底部沉淀，形成了一些层次，即“地层”，就像千层糕一样。因此，我们所说的“地层学”也就是对于古代大海、大洋底部各层沉积物的研究。很容易理解的是，因为组成沉积物的颗粒种类不同，沉积的速度也有所不同。原因在于，颗粒的不同会造成不同深度的地层及不同速度的沉积，而这些可以帮助评判沉积持续的时间。这些评判就构成了我们所称的“年代地层学”。而“生物地层学”，即对在各地层中发现的生物化石的研究，能够帮助再现过去的气候状况。事实上，如果从前的动物群相互不同的话，那么它们所处的生态①条件也是不同的。气候是环境的一个重要因素。最后，沉积状况的再现也可以提供有益的古生态学证据，而它本身从气候方面来讲也具有重大意义。

国际地层委员会(Commission international de stratigraphie)的职责之一是对有关改变国际地层分级标准的主张进行确认或

---

① 生态学(Ecologie)：来自希腊语 *oïkos*，意为住宅，房屋，而“*logos*”则意为说法，理由，论据。这门学科是对可以追溯到亚里士多德时代一些古老观察的继承，在 19 世纪被确定为生物学的一个分支，本书中将会多次出现此概念。

否决。同时，他们也负责选择术语、确认层型，并考虑这些地层的露头是否能较好地显示相应地层的特征，然后用当地的地名来命名各个时代，以作为界限，如寒武纪、杜内阶、莫斯科阶、布拉格阶等。但有时也会采用其他方式，比如说到中生代[①]时，白垩纪这个词就来源于拉丁词“creta”，表示“白垩”的意思。

放射性年代学以对岩石中出现的一些放射性同位素[②]的裂变研究为基础，可以确定年代地层学中的年代界限。放射性碳年代测定法仅能用来确定早至 4.5 万年前的年代。用得最多的测定方法是钾—氩年代测定法，即对岩石中的钾到氩的裂变进行测量。在地层间界限的古老性导致不确定性增加的情况下，这两种元素之间的关系可以帮助确定绝对年限。不过，这种操作只有在地层未受到大气中氩的污染时才能实行。因此，不难理解为什么地质时间界限的确定会出现频繁的改动，而有时这些改动也只是习惯使然，如尽管有着科学的依据，但是按照惯例我们认为地球大约是在 46 亿年前诞生的，误差应为往前或往后推 2 000 万年左右。

原始地球

1755 年，哲学家伊曼努尔·康德(Emmanuel Kant，1724—1804)在其著作《天体论》[③]中写道，“我认为所有组成太阳系的

---

① 中生代(Mésozoïque)：来自希腊语 *mesos* 和 *zôon*，分别表示环境及动物。它是显生宙的第二个代，在古生代与新生代之间。古生代的动物群属于古老动物，新生代的动物群属于新近动物，而中生代代表着处于古生代与新生代之间的动物群。此后，拥有同一词源的词语就像本词一样，根据其所展示的特征以当地的地名命名。

② 同位素(Isotopes)：来自希腊语的 *isos* 及 *topos*，分别表示同等的及次序，地点，即具有同样原子(即在门捷列夫的元素周期律中处于同样位置)但原子数量不尽相同的简单化合物。

③ 康德(Kant)，《天体论》，1755 年。

星球——包括所有的行星和彗星——的物质，即处于原始混沌状态的分散物质微粒，从太阳系产生时就充满了整个宇宙，现在它们以已经形成的星体形式在太阳系中运转。"康德关于太阳系起源的星云假说在他那个时代具有开拓性质。现在这个假设已经被普遍接受。早在笛卡儿(Descartes, 1596—1650)时就已提出太阳与其他行星起源相同的说法，但遭到了天文学家拉普拉斯(Pierre-Simon de Laplace, 1749—1827)的驳斥。这个理论反对太阳系是由于太阳与另一天体之间碰撞而形成的观点，而主张，正是由于这场灾难，从太阳中剥离出来的物质才组成了其他的行星。布丰(Buffon, 1707—1788)特别阐明了后一理论，并以一颗彗星为例加以说明。天文物理学家詹姆斯·金斯(James Jeans, 1877—1946)与哈罗德·杰弗里斯(Harold Jeffreys, 1891—1989)分别在1916年和1918年发表了一颗恒星极其靠近太阳运行的假设。

根据今天的天文物理学家们对于目前正在形成的恒星的观察，人们认为太阳是从一团旋转的星际气体中诞生的，形成的"原始太阳恒星[①]"开始溃缩，接着，由于万有引力的作用，压缩达到非常高的密度，同时温度又大大增高，这样，200万年后达到了天文物理学家们所称的"热核状态"，也就是今天我们所知的太阳所处的状态。

行星来源于围绕在太阳周围的原始星云。现在还不可能确定地说明，但是人们认为它们是由温度极高的气体及星尘所构成的。石质[②]行星的形成机制非常复杂。最先是万有引力的作

① Proto-：来自希腊语 *prōtos*，意为原始的。

② 石质(tellurique)：来自拉丁语 *tellus* 和 *-uris*，本身是"土地"的意思。它代表着其他同地球、火星、金星一样具有较稀薄大气且中心温度较低的行星，如巨星，尤其是木星和土星。

用，引力在气态行星形成中也起到了主导作用，接着动力、热力、化学、核因素都起到了各自独特的作用。现在我们已经看不到原始地球的痕迹，但是人们发现了已有 42 亿年历史的矿物颗粒。看起来，我们的地球最初是由星云冷凝而成的（即由气体的状态变为固体的状态），接着受直径达几千米的成小固体形态、凝集为被称作"星子"[①]的星尘的引力作用。当时这些天体可达到今天火星的大小，也就是今天地球的1/10大，富含铁元素，这些天体在骤降时释放出一股能量，而且这股能量强大到能够产生我们所称的热行星，也就是先处于熔融状态的行星。而星子中放射性元素的裂变同样帮助增加行星的能量。就密度来说，地球的地核、地幔、地壳[②]结构与构成地球的元素是相同的。

原始大气主要由氢和氦组成，太阳星云的构成也主要来源于这两者。原始地球在形成期间失去了几种最易挥发的元素，如氢、氩、氮、氖及氦。它们来源于我们无法想象的剧烈活动：一颗火星大小的巨型星球与地球的碰撞造就了月球，月球正是由这次碰撞中原始地球被撞击出来的物质所构成的。这场事件的结果可能会让人感到很意外，例如，月球围绕地球转动的速度在海潮的影响下降低，而海潮又受到月球引力的影响。前寒武纪晚期，一天只有 12 个小时而不是 24 个小时。从人类的角度来看，这个减少可谓微不足道，却可以用来计算并确定月球以非常慢的速度在绕离地球，速度为每年 3.7 厘米。

---

① 星子（Planétésimales/planétésimes）：来自希腊语 planets，意为漫游，漂泊。行星（漂游着的星）。

② 莫荷界面或称莫氏不连续面，即地壳与地幔间的不连续面，于 1909 年由克罗地亚地震学家安·莫荷洛维奇（Andrija Mohorovicic，1857—1936）发现并得名。莫氏将其界面定为大陆地壳下方 30 千米处。第二个重要的不连续面的发现，即古氏不连续面，是由德国人贝诺·古腾堡（Beno Gutenberg，1889—1960）于 1921 年发现并以他的名字命名，古氏不连续面在地下约 2 900 千米左右。

接下来的问题是，究竟是哪些类似以上事件的灾难导致地球失去了最早的原始大气？或者还有来自强大的太阳风的影响？之后，地球大气所经历的第二个阶段，即次生大气，开始由来自地幔及高温水的挥发产生，它主要由氮分子 N_2、氨 NH_3、二氧化碳 CO_2、硫化氢 H_2S、硫化气 SO_2、水蒸气 H_2O 构成。而星子很晚才能丰富大气，如在最后的增生时期。

地球现在的大气层来源于刚刚所列举的那些分子的分裂，这些分裂主要是在太阳的辐射下发生的，同时地球上生物的活动也对其有影响，它们在几十亿年中通过光合作用产生了氧气。第二点是最重要的。其实，本书从头至尾，我们都可以看到，在整个地球的历史中，生物与气候之间是不可分割的，也就是说，想要把两者分开来，单独去思考并理解另一个是不可能的。

生命的出现

前寒武纪时，生命产生了。这段漫长的时期以 46 亿年前地球的诞生为开端，直至显生代的开始。它大概持续了 40 亿年的时间，相当于从地球诞生一直到今天的所有时间的 86%。这段时间分为两部分，古地层学家称之为“永世”[①]，其一是太古代，这一时期岩石的历史超过了 25 亿年，其二是一直延续到开端于 5.4 亿年前的寒武纪的元古代[②]。前寒武纪被划分成的这两个部分本身还可以再划分。太古代和元古代之间的划分并没有生物地层学的基础，因为相对而言，化石还不可用，而只是出于复杂的地质学的考虑，不过这些考虑已超出了本书的研究范围。

---

① 永世(Eon)：来源于希腊语 *aiôn*，意为时间，永恒。Archéen，来源于希腊语 *arkhaios*，意为古代。

② 元古代(Protérozoique)：来源于希腊语 *proteros* 及 *zoon*，分别表示原始的及动物的。

假设我们撇开宗教方面的解释，那么生命究竟从哪里来的呢？科学的回答应该是，生命有机物是由其各自的物理化学成分所构成的。这里主要采用了“出现”的古典哲学含义，指在一个范围内所能观察的现象不能由在此范围内的或等级低的环境中所观察到的现象来解释。就如同突发进化论者们认为水是由氢气与氧气化合而成，水的特征就是由这两者进化而来的。但是，我们现在经常可以看到，在当时的科学条件背景下，被认为具有突发进化性的也有可能处于非进化而且低级的阶段。

我们可能会想根据最早的生命体的物理化学成分来思考生命的突发进化。然而，科学家们充满希望地认为，某一天生命体可以被“降低”到组成它们的非生命构成部分，即解释为什么组成生命有机体的这些构成部分使得这些有机体拥有生命的特征，如繁殖功能、吸收及分泌的新陈代谢功能，但是这些构成部分本身并不具有生命的特征。

有关生命的起源，存在着两大与还原论相对立的理论。这里我暂且不详述泛种论，根据泛种论的观点，地球上的生命是来源于外星球的有机分子播种而形成的。它建立在或然论观点基础上，并没有转移问题的实质。这个假说尤其引起了物理学家赫尔曼·冯·黑尔姆霍尔茨（Herman von Helmholtz，1821—1894）、威廉姆·汤姆森（William Thomson Lord Kelvin 凯尔文伯爵，1824—1907）及斯凡特·阿伦尼乌斯（Savante Arrhenius，1859—1927）的注意。它也曾一度受到弗朗西斯·克里克（Francis Crick，生于 1916 年）的拥护，克里克与詹姆斯·沃森（James Watson，生于 1928 年）共同发现了脱氧核糖核酸的双螺旋结构。克里克甚至还严肃地考虑过地球上的生命是由外星球的宇宙飞船播种而产生的这一假设。今天，这个假设已经因为它相对的无用而被抛弃。之后的科学家们同意，生命

出现在地球上的时候，生命诞生所需要的必要条件都已得到了满足。

第二大、同时也是深受当今科学界所拥护的理论来源于两次世界大战期间两位马克思主义生物学家的假说，他们就是苏联人亚历山大·伊万诺维奇·奥巴林（Alexander Ivanovitch Oparin，1894—1980）和英国的约翰·伯顿·霍尔顿（John Burdon Sanderson Haldane，1894—1964）。他们的核心观点是，原始大气的构成成分，包括氢气、甲烷、二氧化碳，尤其是在不太深的高温水中溶解的氨，在紫外线辐射的作用下产生出有机分子。随着时间的推移，这种"原始营养汤"（生命的原素）变浓，有机分子积累起来并变得更加复杂，直到形成了异养细胞①的前身，即蛋白质②。

1953 年，斯丹利·米勒（Stanley L. Miller）的试验证实了这一理论，使得这一理论首次引起了轰动一时的关注。这位年轻的学生当时刚刚 23 岁，在芝加哥大学的实验室工作，他在实验室里积极进行着关于行星形成的研究。由于受到奥巴林和霍尔顿理论的吸引，斯丹利决定人工再现原始地球的产生条件。他制作了一个运行在闭路电路上的仪器，并在其中注入蒸馏水、甲烷、氨气和氢气。然后，他将这个混合物加热，并在一个礼拜内对所产生出的蒸汽施加 60 000 伏的电流，同时一个冷却系统使得混合物得以不断再生，用火花来模拟暴风雨，蒸汽和雨的凝聚等。

实验的结果翌日就让米勒声名鹊起：构成甲烷的碳里，有

---

① 异养（Hétérotrophe）：来源于希腊语 *heteros* 和 *trophê*，分别表示另外的，其他的及营养物；生长，发育。从自然界吸收无机物合成有机物的生物为自养生物，相反，只能靠吸收有机物来维持生命的属于异养生物。只有绿色植物及一些细菌能够自养。

② 蛋白质（Protobiontes）：来源于希腊语 *prôtos*，意为首先，*bios* 则意为生命，*ontos* 意为生物，存在。本词的字面意思就是指"基本的生命"。

超过 15%的可以制造出了不同的氨基酸，而氨基酸正是构成蛋白质的基本成分。此后，从米勒这个试验中所衍生出来的其他一些实验产生了甲酸、乳酸、醋酸、尿素等。人们认为，随着相关结构复杂性的加深，产生了一些能够自我复制的复杂分子，而科学界认为这正为最早的有机体，即最早的生命形式的产生铺平了道路。这是发生在 38 亿年前，前寒武纪时代的事情了。

众多宜人的环境曾经主宰着生命的诞生，比如当时太阳辐射的强度比今天要低 25%。我们可以想象黎明时分照耀地球的光线和应该出现的极寒。然而，的确，那里本该天气寒冷的，可事实却并非如此，在当时形成的地质层中我们找不到冰川的痕迹。盎格鲁—撒克逊人将这种现象命名为"weak Sun paradox"——弱阳悖论(le paradoxe du Soleil faible)。实际情况是，当时温室气体的数量比现在多很多，它们非常有效地抑制了地球向外太空重新发出热量。我们都知道温室气体(如今最重要的有水蒸气、二氧化碳、甲烷、一氧化氮)毫不阻挡太阳发出的红外线进入地球大气层。然而当地球以不同的波长再发出同样的红外线时，只有很少量的红外线能够辐射到外太空。因此，在生命出现的时期，温室气体起到了至关重要的作用：我们认为当时的大气中二氧化碳的含量是现在的 100 倍，而且当时地表的温度达到 60 度！

尽管先验地来看，这种理论有利于生命体，但却可能使我们的星球进入一种像金星一样的螺旋变暖的境地，到时候土壤的温度将达到摄氏 450 度。这就迫切需要一种能够逐渐减少大气中二氧化碳含量的化学过程，从而降低地球大气层的温度。如下，我们将简略地介绍其中一种化学过程：富含二氧化碳的强酸雨与原始地壳中的硅酸盐发生化学反应而将其腐蚀。碳酸氢盐的硅和碳在这个时候产生并被原始海洋漫流搬运，然后以二

氧化硅和碳酸钙的形式沉积下来。正是这样，人们最早从二氧化碳气体中得到了碳：当然这一过程也使得地球上生命的发展成为了可能……

最早的生命体的出现并不是前寒武纪唯一的标志性事件。事实上，处于前寒武纪最早期的太古代时期，一系列几乎将两极连接起来的曲折山脉出现在一块单一大陆上，大陆漂移学说之父阿尔弗雷德·魏格纳(Alfred Wegener)将这块大陆命名为泛古陆①。不合常理的是，这些太古代时期地质事件的不确定性对于气候学家们的重要性只是相对的，因为它们只涉及地球的反射能力：它的反射率②。实际上，太阳发出的未经臭氧层过滤的紫外线具有致命的危害性。没有水，任何生物都无法生存。

对于外行人来说，地球上最早的生命遗迹没有任何值得惊叹的地方。我们在格陵兰岛西南部的依苏阿所在地发现了卵形的碳元素，它们的同位素组成显示出一些生物活动的化学痕迹。而且正是在依苏阿的岩层中我们发现了人们所知最早的沉积岩，这些沉积岩将会是海洋极有可能从40亿年前就存在的证据。而且，当时这些广阔的水域是“热的、咸的、还原的，并带有轻微的碱性③”。我们认为最早的有机生命体是最简单的细菌④(原核生物⑤)；它们的营养是光合作用产生的碳化物，但这种光

---

① 泛古陆(Pangée)：源自希腊语 *pan*，*pantos*，意为所有的；*gê*，意为大地。

② 反射率(Albédo)：源自拉丁语 *albedo*，意为白色。黑色的物体不反光。

③ 弗朗西斯(Francis Lethier)，《生物圈的演化与地质事件》(*Evolution de la biosphère et événements géologiques*)，1988年。(一个还原的环境有利于化合物氧气的排出)

④ 细菌(Bactérie)：源自希腊语 *baktêria*，意为棍子；参考杆菌(*bacilli*)，源自拉丁语 *bacillus*，意为小棍。

⑤ 原核生物(procaryotes)：源自希腊语 *pro-*，意为提前，前面；*karuon*，表示核，核心：意为“在有核以前”；原核生物是一些细胞核与细胞质并没有完全分开的细胞。有时也叫作 protocaryotes。真核细胞(eucaryotes)，源自希腊语 *eu*，意为好的，是细胞质与细胞核完全分离的细胞。

合作用还不能像现在这样释放氧气。也就是说,“确实能够产生氧气的光合作用可能产生于大约 35 亿年前①……”

在地球历史的这个时期,生物与气候的联结关系才真正地建立起来。从此以后,生物体就再也没有停止过对其自身生存条件的改良。微化石形状为卵球形的球菌②和球形的类球菌曾是原核生物和蓝藻(蓝藻类③)的前体。大量天然沉积结构的碳酸钙今天仍然能够证明蓝藻类在前寒武纪的众多活动。

而后,在距今大约 20 亿年前,就出现了这些需要自由氧的、能够进行光合作用的真核细胞④,它们的发展尤其是从 16 亿年前开始的。因为它们能够更高效地产出氧气,所以它们在地球历史上扮演了至关重要的角色。最早的真核生物的形式是一些单细胞的藻类,但是多细胞的藻类很快就出现了。接下来它们就分成了两大类,一类是植物的根源,另一类则是动物的根源。这样,随着时间的推移,不断复杂化的动物群出现并发展起来,比如我们在澳大利亚南部的伊迪亚卡拉山岭中发现的那些,并在固定大气中大量二氧化碳的同时将大气充氧。据科学家描述,伊迪亚卡拉的有机体是胶状的,漂浮在元古代末的沙滩上…… 这里讲的主要是指水母状的腔肠动物⑤(由于生有能引起荨麻疹的器官而具有捕食性)和环节动物⑥。这些生物长约 1 到 3 厘米。

---

① 弗朗西斯(Francis Lethiers)同上文引用的书。

② 球菌(Coccoïde):源自希腊语 *kokkos*,意为谷物;*eidos*,意为表面。

③ 蓝藻类(Cyanophycées):源自希腊语 *kuanos*,意为蓝色;*phukos*,意为藻类。蓝藻类的叶绿素与一种蓝椒有关。

④ 这些细胞是需氧的(aérobies):源自拉丁语 *aer*,意为空气;希腊语“*bios*”意为生命。

⑤ 腔肠动物(Cœlentérés):源自希腊语 *koilos*,意为空的;*enteron*,意为内心的。

⑥ 环节动物(Annélides):源自拉丁语 *annellus*,意为环,环状物。环节动物的身体由很多环组成(蠕形动物)或是一节一节的(节肢动物,即一些身体被甲壳包裹并由关节组成的生物)。

到前寒武纪末期，我们估计大气中氧气的含量为 18%，这个数据已经跟我们现在的比例很接近了。

我们隐约可以看见这一现象的气候影响：由于碳化气体在泛古陆上广阔的礁层中存储而导致空气中温室气体含量减少，这将大大降低地球的平均温度。无论如何，直到第一冰期（已被证实在前寒武纪时期），地球的平均温度还是比今天高。

前寒武纪的第一冰期距今约 23 亿年，是多种因素共同作用的结果。从 12 亿年前起，光合作用的生物就开始依靠消耗二氧化碳来生存和发展。另一方面，最早的大陆的形成改变了地表的反射率，而且重大的火山运动开始使天空变得昏暗。最终，星云穿越太阳系的假设（这一穿越同样能够导致大气暗化的后果）形成了。这段最早的冰川期在热气候到来之前持续了 3 亿年。但是，我们还要考虑到年代测定的不确定性就差不多有 1.5 亿年。

第二阶段的冰川期出现在前寒武纪末期，距今约 10 亿年。这次冰期持续了 4 亿年，并分为连续的三个各约 1 亿年的小冰期。一些天文因素和星云穿越假说共同解释了这种小冰期的脉动式接替。另一些因素也起到了一定的作用：前寒武纪末期是一个山脉形成活动比较剧烈的时期。海拔高度也为大量冰川的形成提供了有利条件。此外，山脉的隆起往往是跟大陆运动联系在一起的；当极地相互靠近的时候，冰川现象就更强烈。

根据某些作者的观点，这次长达 4 亿年的冰期，在最冷的时期可能出现过整个地球全部结冰的时候。这就是加州理工学院地球生物学家约瑟夫·科斯奇维克(Joseph Kirschvink)在 1922 年提出的雪球地球理论。这个理论或许能够解释为什么海洋的生物生产力在元古代时期衰落了那么多。然而这个理论也是有争议的，尽管任何一个决定性的论据都无法再前进。实际上，俄

罗斯地球物理学家米哈伊尔(Mikhaïl Ivanovitch Budyko)认为完全结冰的地球将会有一个反射率,以至于它永远都找不回不那么严酷的气候条件了。科斯奇维克却认为这是错误的,他总结说,火山运动从来都没有停止过,这样就从冰川中开辟出一条道路:这时高温气体在大气中的释放使得温室效应加强,从而使地球回暖成为可能。

然而保留认为赤道附近的海洋带逃过了冰川期的假说似乎更合乎情理。得克萨斯 A&M 大学威廉姆·海德(Willian Hyde)的团队在 2000 年制定了一个模拟,得出的结论一方面注意到,前文所提的生物生产力出现了更大程度的下降,并且这发生在地球遭遇的大冰川期之后;另一方面提出了一种说法,即前寒武纪的动物群在热带地区找到了避难所得以逃离冰川灾难,这一说法为寒武纪时代生命的惊人而充分的发展提供了一个合理的解释。

很明显,整个古生代丰富多样的生命形式是从那些在这次极寒中生存下来的生物体中出现的,其多样化也得到了不断的发展。当然,它们和气候之间还将继续相互影响和相互作用。

第二节　生命造就气候

一年长达 400 余天;海平面比现在的高出 600 米;今天撒哈拉所在的地方是一个巨大的冰盖;地球的南极点位于今天的西非;地球上所有的陆地集中为一个单独的大陆,即泛古陆,周围环绕着唯一的大洋,即泛古洋;动物群经历激增与繁荣,变得更加丰富而复杂,但又遭受到灾难性的大灭绝,两者不断交替发生;以及两次主要冰期,等等——这就是显生宙的第一个代——元古代的景象。这段时期发生了众多的令人称奇的地质、生物及气候事件。而这之后,气候与生物之间的相互影响再未如此

之大，甚至到了彼此造就的地步。

对以上复杂现象提出完整理解的先驱者就是阿尔弗雷德·魏格纳(Alfred Lothar Wegener)，一个有趣而受争论的人物。1905 年，他从柏林洪堡大学毕业，获得天文学博士学位。但 1906 年，他最终转向了古气候学的研究。当年，他首次参加了去格陵兰的考察队，队里还有著名的极地考察家路德维格·埃氏(Ludvig Mylius-Erichsen，1872—1907)，而魏格纳最后也是在格陵兰不幸遇难身亡的。那时魏格纳主要在思索极地大气运动的相关问题。魏格纳始终坚持实地考察，他又于 1912 年、1913 年、1929 年先后几次前往格陵兰岛进行考察，在 1930 年的格陵兰岛探险中不幸身亡。人们发现了一张有些奇怪的照片，上面是一只叫做格霍尼的冰岛马，它与考察队一起跨越了格陵兰的大陆冰川[①]，但在返回到达西海岸不远的地方丧命，而在它之前，10 匹冰岛马已在西海岸的冬期中死去，另外 5 匹在返回的途中倒下。照片中的格霍尼在一个凿开的冰窟里休息，以躲避外面凛冽的寒风。直到旅途的末尾，格霍尼已经筋疲力尽到只能把它同卧具袋一块拴在一个雪橇架上，外面再铺上鹿皮。那时候的工作者们就是这样尽心尽力的。但不幸的是，小马还是在就快到达西海岸一个美丽的牧场前一个小时死去了。当时的条件实在非常艰苦，饥饿的人们在被乌佩纳维克人(Upernavik)拯救之前只能生吃掉他们的最后一条狗。

其实在魏格纳之前，就有一些人曾指出非洲西部与南美洲东部海岸轮廓有着奇怪的相似性，就好像是一个单独的大陆分裂成了两块。而魏格纳很快就开始考虑并设想 2.5 亿年前，当今的世界大陆是一个统一的整体，即泛古陆，之后泛古陆开始逐

---

① 大陆冰川(Inlandsis)：字面意思是“内陆的冰川”，指格陵兰岛中部厚可达数千米的巨厚冰层。

渐破裂分离。1912 年，他将此设想提名为“大陆位移说”（die Verschiebung der Kontinente），也就是今天广为人知的“板块构造说”（dérive des continents）。魏格纳最精彩的理论之一就是提出了组成大陆块的地壳漂浮在地幔之上，就好像漂浮在牛奶上的皮毛，大陆就像木筏一样漂浮着。今天，各个分离的大陆上所发现的地质连续性和动物化石惊人的相似性证实了魏格纳这个理论。但是由于理论中出现了估算的错误，尤其是出现在驱动大陆漂移的力量计算上，魏格纳的理论也因此不幸地被人长期忽视。

1930 年，魏格纳为在格陵兰岛中部考察站依靠短期给养的同事送去援助，之后他开始跨越格陵兰大陆冰川，但在返回途中被冻死，年仅 50 岁。他的尸体翌年被发现，但并不是在他的既定路线上被发现的，因此人们认为他可能是由同伴，22 岁的冰岛人拉斯马斯·维卢姆森（Rasmus Willumsen）搬到发现地去的，拉斯马斯也同样消失，但其遗体直到现在还未被找到。除考察工作之外，魏格纳还在汉堡的马尔堡及格拉茨大学教授过气候学及地球物理学。从 1912 年最早提出自己的假设直到不幸身亡，魏格纳用六门语言发表了众多的学术论文。

20 世纪 60 年代，一些在非洲加蓬和南美洲巴西所进行的石油研究对魏格纳的理论进行了一些修改，近年来的一些发现更是巩固了其理论。而在之前的 20 世纪 50 年代，古地磁的资料已经证明，与初始位置相比，许多大陆块的位置经历了运移，证实了大陆漂移的理论，例如，随着大西洋中部的洋中脊轴部愈向两侧推移，洋底水深显示的洋底年龄就愈古老。板块构造①说提出这样一个观点，上地幔是属于地球岩石圈②的，它们在洋

① 地质构造（Tectonique）：来源于希腊语中的 *tektôns*，意为构造，建筑。

② 岩石圈（Lithosphère）：来源于希腊语的 *lithos* 和 *sphaira*，分别表示石头，岩石或球体，弹珠。

中脊的裂口[1]处分离出来，又在这些地方与洋脊的一些部分增生，从而不断扩大。但是，因为在这个过程中上地幔会失去一些组成自身的物质，所以它们又会下沉到大陆或者邻近陆地岛屿的下面。譬如，太平洋板块在南美洲安第斯山脉附近的潜没[2]地带俯冲潜入了南美洲板块。人们通常把这样的运动比作大型传输带的运动。因此，大陆并不像魏格纳所设想的那样，像木筏一样漂浮在岩浆上，相反，它们是与上地幔相连，两者一道移动的。

总的来说，古生代大陆的变迁发生在约 7.5 亿年前，前寒武纪时期一块名为罗迪尼亚(Rodonia)的超级大陆分裂之后，大陆发生了重新集合的过程。寒武纪时，大陆都分散在赤道的周围，并根据板块构造的机制移动着。这个过程经历了整个寒武纪时代，一直延续到经历了奥陶纪、志留纪和泥盆纪。临近 3.2 亿年前的石炭纪[3]时，大部分浮现出来的陆地汇合组成了两个超大陆，即劳亚大陆和冈瓦纳古大陆[4]，前者包括现在的格陵兰岛、北美、斯堪的纳维亚及俄国，后者则由其他的浮现出来的陆地所构成。这两个超级大陆由一个巨大的海湾分隔开来，有时也称它为鞍部，就是特提斯海[5]，现在的地中海是它的残留部分。在二叠纪时，两大陆相接合形成了泛古陆。

这段时期，海平面位置一直在经历显著的变化。这时候的

---

① 裂缝，裂谷。

② 潜没(Subduction)：来源于拉丁语的 *sub* 和 *ducere*，分别表示在……之下和推向，引向；致使。

③ 石炭纪(Carbonifère)：来源于拉丁语中的 *carbo/-onis* 和 *fer*，分别表示炭和带有，藏有。这个词可追溯到英国富含煤炭的地层。

④ 冈瓦纳古陆因印度中部的冈瓦纳而得名，在此地发现了最早的“冈瓦纳岩”。

⑤ 特提斯(Téthys)是天穹之神乌拉诺斯和大地女神该亚的女儿，属于希腊神话中的泰坦家族。她是海神，象征着海洋的富饶，而她本人也有很强的生殖力。在与哥哥俄刻阿洛斯结合之后共产下 3 000 多个子女，就是布满地球上的江河。不可将特提斯(Têthys)与另外一位海中女神西蒂斯(Téthis)相混淆。

冰川作用，或者说是大陆上冰川的融化，对海平面是有影响的，而洋盆里产生的重大变化对其也有影响。人们观察到那些衍生出来的冰川融化，如今天北极地区的冰川，其影响远比不上发生在大陆上的融化，因为北极地区的海洋中，积冰有 90%都浸在水面之下，这也是为什么威士忌里的冰块融化不太会影响杯子中液体的水位。

在约 4.5 亿年前，即奥陶纪末期，海平面达到了最高点，比现在的海平面高出 600 余米[①]！而随着多数内陆的不断上升，此后一直到二叠纪末期，海平面开始有规律地下降。而海平面这样一种弧线形的变化似乎也与这段时期里发生的海洋生物的大灭绝紧密相关，如寒武纪—奥陶纪（5 亿年前时）、奥陶纪—志留纪（4.3 亿年前），尤其是二叠纪—三叠纪时（2.25 亿年前）所发生的巨大海退都伴随着地位高低不等的生物灭绝。这种联系暗示着古生代的气候变化可能在这些事件中发挥了作用，但现在问题是考虑这些事件是否可能由气候原因之外的其他原因导致的，譬如巨型小行星对地球的撞击。

贝壳类动物的时代

寒武纪时，全球气候炎热干燥，甚至在高纬度地区也不例外。正因如此，我们在这个时期找不到冰川作用或者碳酸盐沉积的痕迹——两者皆可作为象征温和气候的证据。整个地球都是炎热或者热带的天气。海洋包围在大陆的四周，还不太深，温度也较高，这给生命的生长及其多样性的发展创造了有利条件。

寒武纪的景象看起来是很荒凉的，因为还没有一样植物或动物离开海洋生活。现在保护我们不受有害紫外线伤害的臭氧层

① 可能是因为洋中脊的隆起。

还未形成，或者说还不完整。科学家们认为那时的景象类似于月球上的景象，只是当时地球上已有了月球所没有的大气层……

寒武纪开始时，长有保护结构或支持组织的最早的海洋生物体出现了。这些以贝壳类形式出现的无脊椎动物以如此迅猛的速度繁茂发展起来，以至于很快我们今天整个地球所知的大多数此类动物们都有了代表①。真核生物不断繁衍。海洋生物主要由无脊椎动物占据，如三叶虫、海绵动物②、蛤、珊瑚虫、环节动物、棘皮动物、海洋蜗牛及鹦鹉螺目软体动物③等。

寒武纪时期还没有任何脊椎动物，但是三叶虫纲的种类已经数以千计，而它们的属也数以百计了。棘皮动物获得了惊人的发展，现今能够代表它们的就是海星和海胆。生物占据了所有可能的生态龛④。

在接下来的这个时期，奥陶纪⑤中（5 亿年前至 4.35 亿年前间），海洋动物继续发展。一些非常原始的植被形式很有可能在海退之后开始在浮现出来的陆地上生长，在一些奥陶纪岩层中发现的非维管陆地植物的孢子可以为证。4.45 亿年前至 4.35 亿年前之间，最早的非常初级的脊椎动物以无颌鱼类的形式出

---

① 生物分类（taxinomie）：来源于希腊语 *taxis* 和 *nomos*，表示排列，次序及规则，惯例，指对于生物类别等进行的分类系统。分类的基本单位为种（èspece），此词来源于拉丁语 species，表示种类，近缘的种归合于属，近缘的属归合为科，科隶于目，目隶于纲，纲隶于门，门隶于界。如，鸥属隶于鸥科，而鸥科属于鸻形目，鸻形目又属于鸟纲，鸟纲属于脊椎动物门，脊椎动物门又属动物界。

② 海绵动物（Spongiaires）：来源于拉丁语 *spongia*，表示海绵。

③ 鹦鹉螺属于软体动物门头足纲。它们长有分隔开来的旋转的壳。这个词（nautile）后面可加上后缀（*-oïde*），来源于希腊语 *eidos*，表示外貌，外形。

④ 生态龛，又称生态位，是一个物种的生存“利基”，即它在自己的群落生境里的生活行为，群落生境的字面含义就是指生物的生活空间。可以说一种物种的生态龛是它自己的“职业”，而群落生境是它的“居住地”。

⑤ 奥陶纪（Ordovicien）：来自“Ordovices”一词，指曾生活在威尔士地区北部一古民族。

现(即没有下颚)。然而,奥陶纪末尾突然爆发了一次生物史上的重大危机,其主要发生原因与气候相关。

这次危机与地质时代的第一次危机无关。譬如,三叶虫在前寒武纪—寒武纪界限,大约 5.4 亿年前时的死亡率非常高,有着柔软肢体的动物,如埃迪卡拉动物群,从生物龛中消失,而这些生物龛很快就被寒武纪更加多样化的动物所占领。要知道,在这之前就有好些灾难促进了部分动物的更新换代,但有时它们也会导致动物的最终消亡,就像 1909 年在加拿大的英属哥伦比亚境内落矶山脉中发现的伯吉斯页岩。伯吉斯页岩在生物学家及生物历史学家史蒂芬·古尔德(Stephen Jay Gould,1941—2002)之后受到了大众的注意。古尔德曾将这里的化石生物描述成,长着 5 只眼睛和 1 个口鼻部的欧巴宾海蝎,以及长有裂片装的翼和两排布满倒钩的前附肢的威瓦西虫,等等。而更早的时候,在进行伯吉斯页岩化石生物的当代复原时,古尔德向我们展示了奇虾张开它的颚大嚼三叶虫,而另一边,三只埃谢栉蚕正在啃噬一只海绵动物,两只威瓦西虫在海底爬行的整个景象①。奥陶纪末期的物种灭绝灾难显然不是第一次,但它是第一次给物种带来如此巨大打击还留下了不少痕迹的灭绝灾难。事实上,在奥陶纪末期,气候发生了重大变化。超大陆开始分裂,今天撒哈拉所在的陆地当时位于南极,而集中在南极点附近的巨大冰川盖一直延展到了冈瓦纳古陆。自此后,气候发生了急剧的变化。在气候变冷的极点时,海平面已平均降低了 70 米,也使得冰川的范围扩大。当时,衍生出来的冰川甚至已经到达纬度 45 度的地方。当然,这里纬度的确定要相当谨慎,因为

---

① 史蒂芬·古尔德(Stephen Jay Gould):《生命如此美好,进化中的意想不到》(*La vie est belle, les surprises de l'evoltuion*),法文版中关于动物针刺的精确性的描述被省略。

当时的两极与现在它们所处的位置有所不同，但是它们的纬度应该可达今天的波尔多城的纬度。

这场生物界的动荡是全球性的。仅在 1 000 万年内（自 4.45 亿年前到 4.35 亿年前间，从地质年代角度来看这段时间算是很短了）所有生物的科都受到或大或小的打击。例如，三叶虫的科从 38 科降到了 14 科，减少了 24 科；鹦鹉螺与腕足动物[①]遭受了相似程度的损失，珊瑚也受到严重打击。在上寒武纪出现的笔石纲[②]能够存活过奥陶纪—志留纪分界限，这似乎算得上是奇迹了，它仅有两科躲过了此次危机。这时候，生活在已定空间里的无脊椎动物的外壳含有几丁质，在灰色背景下银光闪闪的样子，就像我们今天的石头雕像一样。

这场危机的原因看起来似乎跟气候有关。以前曾有人提出是因为来自地球外的天体对于地球的撞击，但是这个假说现在已不被接受。再说，现在还没有发现任何一个人们所知的陨石坑[③]跟奥陶纪—志留纪的生物大灭绝有关系。

其次，要衡量气候变化所带来的影响从来都不是一件简单的事。譬如，由于气候变化所直接产生的海侵或是海退，可能具有有利或是毁灭性的作用，因此要探讨其对地球上的动物所产生的影响是非常复杂的。具体来看，海侵会减少空出来的陆地空间，因此降低了生物的多样性，但反过来看，它也可以为海洋有机体提供更多的生存空间，这样就会反过来促进它们的发展。

---

① 腕足动物是生活在海底的一种双壳无脊椎动物，它们通常固着生活，其名称来源于拉丁语中的 brachium 和希腊语中的 *podos*，分别表示腕和足。

② 笔石纲(Graptolite)：来源于希腊语的 *graptos* 和 *lithos*，表示雕刻，刻蚀和石。

③ 陨石坑(Astroblème)：来源于希腊语中的 *astron* 和 *blema*，分别表示星和伤，伤口。这个有着如此美丽词源(星星的伤口)的单词代表着由于行星撞击形成的凹坑。

海平面发生变化并不一定就是气候的原因，广阔的海脊处的水量变化也会造成海平面的变化。

而且，气候本身发生变化的原因也是多样的。如，在某些天文因素影响下，爆发的火山运动造成了大气透明度的降低，也就减慢或者阻止了气候变暖。这一系列的因素共同决定了当时地球表面的生态条件，而它们的复杂性也使得科学家们的任务变得非常艰巨。这项任务比单单确定有哪些非气候因素导致了物种的灭绝要难得多。举个例子，在地表深 2 900 千米至内地核表层之间，即外地核里，在组成外核的液态金属中的循环电流形成了地球的磁场，也称磁层。如果地球磁场倒置的话，磁场磁力将要减弱，也就削弱了“范艾伦辐射带”的保护作用，正常情况下，范艾伦辐射带①（也叫地球内辐射带）会俘获来自宇宙和太阳的高能带电粒子。一些生物学家认为，这一现象可能会使一些物种的个体出现致命的变异。

无论发生这场物种大灭绝的原因是什么，物种消亡的浪潮总有一个共同的矛盾点，那就是这些灭绝一方面既是物种的灾难，而另一方面又代表着一个生物可以重新开始的机会。

“生命总会找到出路”

看过电影《侏罗纪公园》的人或许还记得，当电影里面的数学家伊恩·马尔科姆（Ian Malcolm）听到人们向他解释说，因为公园里的恐龙②都是雌性的，所以繁殖其实是不可能的，他对这个观点所表示的怀疑。马尔科姆说，“生命，总会自己找到出路

① “范艾伦辐射带”是以证实地球内辐射带的物理学家詹姆斯·范艾伦（James A. Van Allen，生于 1958 年）的名字来命名的。

② 恐龙（Dinosaures）：来自源于希腊语的 *deinos* 和 *saura*，分别表示恐怖和蜥蜴。

的。”尽管这个论断听起来有点乐天派，但是用在经历了大灾难却反而呈现出丰富的生物多样性的生物界上，却是非常适合的，似乎正是剧烈的灾难才直接造就了生物多样性的丰富。

导致这个现象的原因，简单说来就是，生物们本是要持续快速地增长，但是繁殖率却因为环境的饱和（生物群境中的生物数量过剩）或是受到来自捕食动物的压力而逐渐减低，这就需要所有的动物都多多少少展示出一些对于环境变化的忍耐性。当一次灾难使得生物多样性变得贫瘠，也会创造出许多空出来的生物龛，而且生物的多样性发展也会遇到更少的阻碍。此外，在古生代时，尤其是自志留纪开始后，整体来说，生物的新陈代谢已经深刻地改变了地球的大气层。能够为生物系统过滤掉最有害的紫外线照射的臭氧在这时候已经大量形成，使地球外围有了一层很薄的臭氧层的保护，而这也使之后生物对从海洋里浮现出来的陆地的占领变成了可能。

在之前那场大的气候灾难之后，志留纪按照这样的顺序成了一个复苏的时期：首先是气候的变暖带来了有利的生态条件，珊瑚系统不断发展，占有着极其重要的地位，甚至一些作家认为这个时期可被称为“珊瑚的时代”。人们认为珊瑚环境有利于各种不同生命形式的发展，而事实也确实这样。此外，古生态学家们[①]还认为这时侯的生物群落[②]开始呈现一些“现代”的特征，这就使得当代一些研究者能够采用直接对比的研究方式，将其与我们现在所知的生物进行对比。海洋生命形式的多样性增

① 自20世纪60年代末以来，为了将自己同激进的生态学家（écologistes militant）区分开来，法语国家的生态学研究者开始采用另一个名称称呼自己（écologues），仍表生态学家，遵循从位于蒙彼利埃城的法国国家科学研究中心获取资源的传统。

② 法语中也用 biocénoses 来表示生物群落的意思，有时候也可拼写为 biocoenose。这个词来源于希腊语 *bios* 和 *koinos*，表示生命，生活和共同地，一起。

加——腕足动物、棘皮动物、软体动物、钙质即非矿化的藻类，就像今天固定生长或漂浮生长在百慕大海里的马尾藻。而三叶虫在这个时期几乎没有再进化，它们开始衰退并在上二叠纪时消失。

而这时候的海岸，河岸及湖滨也都成为了生物向陆地环境发展的跳板。在志留纪时，一种先驱植物开始登陆并占领陆地，而地球的气候条件也允许其成功蔓生。研究古植物的专家们认为，它起初以小的藻类出现，外貌似苔藓，占据岸边沼泽化的坡地。但是，一直到泥盆纪[①]时，也就是 4.08 亿年前到 3.6 亿年前之间，这种陆生植被才开始真正发展起来，并打开了通向丰富的生命形式的道路。这个时期正是生命真正找到自己出路的时候。

泥盆纪时有一个被称为"长有老红砂岩的大陆"，它的范围涵盖了现在的斯堪的纳维亚、德国的南部、大不列颠群岛、大西洋北部、斯匹兹卑尔根岛、格陵兰岛以及加拿大地盾。西伯利亚和后来成为欧洲的陆地被一个海洋分隔开来。那时，地质运动及火山运动都很剧烈。这段时期之初，现在的北美洲和欧洲大陆相碰撞产生了加里东运动，即造山运动[②]，在欧洲的西北部，尤其是在苏格兰形成了一条北东向的山脉(北东向为其现在的坐标所定)。那时的一年长达 400 天，但每天只有 21 个小时。

气候历史学家对于这些"老红砂岩"，也就是这些矿床非常有兴趣，因为它们代表着半沙漠或是泻湖气候，是对于海底动物

---

① 泥盆纪是由苏格兰地质学家默奇森(Roderick Impey Murchison, 1792—1871)与英国地质学家塞奇威克(Adam Sedgwick, 1785—1873)在英格兰德文郡于1839年命名的，法语中的 *devonien* 这个词采用了法国科努瓦耶地区的语言。

② 造山运动(Orogénèse)：来源于希腊语 *oros* 和 *genesis*，表示山，山脉和产生，出现。加里东(Galédonie)是苏格兰的古称。

和植物非常有利的条件。这个大陆是几个可代表最早的两栖动物①生长于其滨海地区的地理位置之一。起初，它们主要是进入到接近海洋和河流的滨海地区，利用那里有利的炎热及潮湿的条件。雨量尽管分布不均，但是靠近泥盆纪的末尾在不断地增加。

在这个漫长的时期里出现了最早的昆虫、蝎子和蜘蛛。接下来，植物的形态也越来越复杂，如木本的发展，尤其是蕨类植物，而蕨类植物正是紧接在泥盆纪之后、石炭纪中森林里的主要植被形态。鱼类的多样化增加，鲨鱼、鳐鱼更加丰富，而无颌类衰退。所有的海洋脊椎动物不断发展，软体动物和甲壳动物迅猛增加。

从气候条件使得植被覆盖成为可能的那一刻开始，尽管这个覆盖过程是间断性的，生态条件却已开始发生深刻的改变。实际上，植物的生长发展会对自身发展的生态条件起到变化作用。森林的管理者们深知，如果吸光树种先于庇荫树种出现，从而提供必要的树荫，那么孕育庇荫树种的植被便会出现并生长。但是，日照并非植被能够改变的唯一生态因素，它们还可以改变风的影响，尤其是在孢子与种子的传播上面，同时还对温度的变化有影响等，这些也都是关于植被生长应该考虑的因素。

决定这个现象的机制就是生态学家所称的植物演替。想象一下，让我们在三分钟之内目击整个西伯利亚泰加森林在三个世纪中所遭遇的变化。气候变暖时期，在北部，我们可以看到森林的衰退，就好像是海退一样；而在南部，我们可以看到森林面积不断扩大，占领地域，就好像海滩上不断上涨的海潮。当涉及

---

① 两栖类(Amphibien)：来源于希腊语 *amphi*，是“两种”的意思，而“*bios*”则表示生命，生活。指长有四肢的水陆两生的脊椎动物，也可用另一个词 batraciens 来称呼它们。

第四纪的冰川作用时，我们还会经常重新讨论迁移现象（这是生态学家所使用的词）。我们可以看到，如果总的生态条件不发生变化，演替的序列就会停止，我们就说它达到了演替顶极①。那么，自然地，假设生态条件、气候条件恰巧发生变化，那么演替又会重新开始。

随着时间的推移，这个现象也使得生物与气候之间的联系愈加的紧密和复杂。譬如，让我们来看看生物是怎么演变的。我们可以考虑一下达尔文的物种进化论，即新达尔文主义，它是有关生物进化的生态理论，认为发生在生物身上的任何随机变异都受到环境选择的影响，如果这些变异有利于生物的生存，那么它们会得以延续，否则，发生变异的物种将最终消亡。

这里我们可以联想到一些兰科植物拟态的例子，如羊耳蒜有着为它授粉的昆虫的外形，如兰飞、蜂兰、蜘蛛兰等。这当然不是一天就形成的。在羊耳蒜类中，有几种花要比其他的更具有拟态性，而这也让它们在授粉时更具有优势。因此，同样地，这些更具优势的花也会比其他的数量更加繁多。那些进行“自我改造”的生物也是同样的情况。从那时起，植被的生态多样性越是增加，生物龛的数量就得以增加，而生物界就越多样和复杂化，也就是说，生命形态越是多样，生态多样性就越加丰富。

然而，这也会产生反馈效应，而这也是不可避免的：生物最初依赖于气候及生物圈的条件情况，如臭氧层的保护作用，而之后，这种对于环境中气候因素的依赖作用逐渐减弱，生物甚至可以改变这些因素。例如，在整个地中海周围，山羊与其他羊类的过度放牧导致了这些地区植被的水源紧张，使植被的存活变得

① 演替顶极（Climax）：来源于希腊语 *klimaktêrikos*，意为呈梯级地往上走，表示一个过程的最高极点，英文中这个词 climax 也有性高潮的意思。

十分艰难，而这也是一些地区形成半沙漠的原因之一。除此之外，又如，在占领陆地时，绿色植物通过光合作用改变了大气的成分，它们将二氧化碳进行合成并释放出氧气。

繁茂的石炭纪

泥盆纪本身非常有利于生物的存活与发展，但它最终却以灾难告终：在约 3.85 亿年前法拉斯阶和法门阶[①]的交界处，发生了一场新的生物灾难，科学家们承认现在还不知道确切的原因。现在我们来看看泥盆纪的末期。海洋动物发生了大批的消亡，其中涉及 21%科动物，50%属动物及所有生物的 75%左右。礁生环境消失，但是有几种造礁生物存活了下来——它们在弗拉斯阶时慢慢进行了重组。腕足动物遭受了严峻的考验，它们当中有 86%的属没能在这场危机中存活下来[②]。因此，这场灾难即使没有消灭所有的动物，也算使所有的动物都遭受了打击。再看脊椎动物，无颚动物几乎完全消失。

弗拉斯—法门阶的这场危机对于海洋环境产生了重要影响。最早的两栖动物、蜘蛛、节肢动物，以及蝎子都幸免于难。这里要提到蟑螂的了不起的进化稳定性。它们是这个时代最古老的幸存者，而且它们现在所呈现的主要特征与过去 3 200 万年之间的特征几乎是一样的。

现在已知的一些解释倒不如说只是假设而已。陨石或者是彗星撞击所留下的一些印记似乎证实了一颗或者好几颗火流星撞击了地球的假设。在瑞典有一个直径达 52 千米的陨星坑。

---

① 弗拉斯阶的典型地质剖面位于比利时附近的弗拉斯；法门阶一词也来源于比利时的法门地区。

② 弗兰西斯・乐赛尔（Francis Lethiers）：《生物圈的进化及地质事件》（*Evolution de la biosphère et événements géologiques*）。

撞击是在弗拉斯—法门阶分界处突然发生的。如果我们接受陨星坑的直径大约应为产生此坑的火流星直径的 20 倍，那么我们面临的应是一颗直径达 2.6 千米的陨石[①]。或者是说，至少要一颗直径达 1 千米的陨星，其破坏程度才能以一个大陆来衡量。另外，还有一个简单的猜想则是一些小行星的撞击并未形成陨星坑。最经常发生的是，他们直接坠落进了海洋当中，这才使得海洋已占据地球表面面积的 71%。但是也发现了一些其他的来自外星的撞击，可追溯到我们现在正在讨论的这个时期。法门阶时，气候发生了相对较快的冷却，带来了一段冰川期，这给本身已不太稳定的动物群带来了毁灭性的影响。海洋环境尤其受影响——这段时期动物在海洋环境中的繁殖发展已经非常进步了，但是一些(进食单一化)有机物不能适应迅速的气候变化。然而，多亏了大范围的生物为适应变化所作的调整，大陆生物龛的利用还是得以实现，而那些不能适应的有机物很快就被其他能够适应变化的有机物代替了。

石炭纪在泥盆纪之后一直延续了大约 6 000 万年，即3.55 亿年前到 2.95 亿年前之间。然而，关于这段时期的界限还存有争议。一些作家将石炭纪划分为 3.6 亿年前至 2.86 亿年前间，这样就相比之前多出了 1 400 万年！我们可以根据一次重大的造陆运动[②]把石炭纪从中间划分为两个不同的时期，造陆运动可显示出陆地地壳重要部位的上升运动。

石炭纪的第一个时期，和泥盆纪一样，仍以海洋环境为主，

---

① 陨石；陨星(Météorite)：来源于希腊文的 *météoros*，有“飞在空中”的意思。法语里的陨石一词为阴阳性同形。小行星(astéroïde)是小的行星(planete)，或者是行星的碎片，在太阳系中按自身轨道运行。陨石，或者称陨星，正是来自小行星并散落到地球的物质。

② 造陆(Epeirogénèse)：来自希腊语 *epeiros*，表示大陆。

生物在经历了弗拉斯—法门阶灭绝性的灾难后包扎起伤口，重新焕发出比灾难之前更多的生命活力。这也是正常的，因为灾难之后地球正在经历气候的回暖。一些钙质原生动物（单细胞有机物），如有孔虫目①，第一次得到迅猛发展。珊瑚礁迎来了它们的黄金时代，仅进行了局部重组。而双壳类、甲壳类、连同棘皮动物都得以繁殖开来。生长于海洋及温泉中的藻类走上了同样的发展道路。真菌和维管植物以越来越多样的草本和乔木形态继续繁殖于浮现出来的土地上。一些没有种子的维管植物，让人联想起木贼但实为木本，如石松②开始组成大片的森林。很快，植被将在岩石的改变及侵蚀中起到重要作用。

接近石炭纪的末尾（3 亿年前）时，大陆聚集在一起。泛古陆那时已经形成，它的北部就是劳亚大陆，包括北美洲、格陵兰岛、欧洲和西伯利亚，而它的南部就是冈瓦纳古大陆，包括南美洲、非洲、印度、澳大利亚及南极洲。这两个大陆由特提斯洋部分分隔开来，而特提斯洋本身由几个不太深的海洋组成。海洋已经将这块长有古老的红砂岩的大陆消蚀或包围住。在石炭纪中期所发生的地壳活动抬升了北美洲、斯堪的纳维亚盾、俄罗斯、西伯利亚、阿尔泰山、中国的南部及撒哈拉盾。

慢慢地，陆生的动植物与海生生物形式区别开来。事实上，海退和随之浮现的土地的增加，使得大陆性气候特征得以形成并强化。现在我们都还可以看到气候与地质现象是联系在一起的，同时两者与生物之间也相互影响。

石炭纪是地球历史上非常关键的一个时期。在这个时期，

---

① 有孔虫目（Foraminifères）：来源于拉丁文 *foramen* 及 *fer*，前者表示孔，洞。包裹着它的壳体上有口孔，从中伸延出伪足及有抓取功能的器官。

② 石松科（Lycopsides）：来源于希腊文的 *lukos*，表示狼，另外一词 lycophytes 也可表示石松科植物。

植物，尤其是沼泽与水下植物，首次向大陆延伸。大型的木贼长到 18 米高，直径达 60 厘米长。羊齿也长得非常高大。一些外貌类似棕榈树或针叶树的树木最高可达 30 多米！整个时期给人以郁郁葱葱的非凡印象。

昆虫在几乎整个地球上繁衍开来，这多亏它们之后长出了翅膀，使得它们在大范围中繁殖生长得以实现。这一时期，有一种大型蜻蜓的翼展可达 60 多厘米！在法国中央高原发现了一些它们遗体的化石。一些用肺呼吸的四足脊椎动物从水生环境中解放出来，在浮现出来的土地上蔓延开来。在这个时期，有一种食肉性爬行动物，长有很长的脊椎骨突，其骨突很有可能是与其用来控制体温的背帆相连，它还长有两种牙齿，被称作异齿龙[①]。

这个时期还在欧洲和西伯利亚地区的地层中（包括英国、法国、比利时、荷兰、德国、顿涅茨河、库茨涅兹、明尼斯克）形成了大量的煤炭矿床。它们是由古代以来陆地或者水生植被残骸，包括树木、树叶、苔藓、孢子和花粉的残骸，有时也包括微生藻类的浸泡和碳化所生成[②]。准确地说，碳化过程发生在植被的枝干倒伏到泥土或岩石中后，或经历地质变质作用[③]后，随着温度的升高及植被枝干被压缩，慢慢形成了煤炭。根据我们所知的碳化过程，它们可以逐渐形成泥炭、褐煤，最后是烟煤或无烟煤。19 世纪时，人们重新发现了这些岩石化石，并看到它们在对全球气候变化的重要科学研究中仍能发挥作用。

---

① 异齿龙属（Dimétrodon）：来源于希腊文的 *dimetros* 和 *odontos*，表示“两种尺寸的”和“牙齿”。

② 让·费希尔（Jean-Claude Fischer）：《地质学》（*La Géologie*），1986 年。

③ 变质作用（Metamorphisme）：来源于希腊文的前缀 *meta-*，表示变化，演替，接续；*morphê* 表示形态。这个词的意思是岩石因受温度、压力的变化而改造形成新型岩石。

生物圈的灾难

但是如此繁盛的好景并未能持续。如今，我们已经知道，在那场灾难性的灭绝之后，生物重新展示出繁盛的生命力及世代的交替。考虑到二叠纪—三叠纪界限时，也就是古生代和中生代的界限（以前也被称为第一纪和第二纪）时，所发生的物种消亡的巨大规模，物种可能就是在那时候消失的。

二叠纪和三叠纪的界限大概在 2.48 亿年前左右。总的来说，这场灾难在此界限处持续了大约 2 000 万年。从地质年代的角度来看，这段时间很短，但是如果将它用来证实有来自地球之外的撞击的假设又显得太长了。但正是在这段时间内，地球上出现了最大规模的物种灭绝。

这里有一些惊人的数据——超过 200 科的有机物在这场危机中消亡。人们认为有 13%的纲，17%的目，49%～52%的科，72%的属，80%～95%的类的动物（其中 90%的海洋贝壳类，78%的科的爬行动物，67%的两栖动物）消亡。一些作者估计消失的海洋动物有 96%之多，也就是 57%的纲的动物。最后一批笔石纲灭绝。而菊石超目（ammonoïdés）中有 98%的类消失。一些种类完全消失，如三叶虫。其他的，如珊瑚类数量减少了 70%，在三叠纪时期，珊瑚类群已经不复存在了。除此之外，腕足动物减少了 50%，这个数目也是很巨大的，有 50 科绝种。

陆地动物损失稍小一些，它们当中有三分之一的属消失。在这 2 000 万年间，陆地脊椎动物也大大减少——减少到了 18 属，消亡了 20 属。而将在中生代（起始于 2.05 亿万年前）统治世界的爬行动物的属数量从 28 减少到 12，同时两栖动物也从 10 属减少到 4 属。在地球的历史上，没有一次灾难可同这次灾难的惨烈性相比。一直以来，正如其他发生在久远的年代的事件一样，灾难的缘由还具有争议性。

在二叠纪和三叠纪的过渡时期，全球气候变暖。一个会带来冰川作用的全球气候被没有冰川作用的气候所代替。泛古陆本身的巨大，加上海退所显露出来的更多陆地，有利于气候的大陆性发展。那时，夏天非常炎热而冬天则很寒冷，潮湿度降低。三叠纪时，沙漠形成，沼泽地里的植物群消失。产生这个巨大变化的原因主要可能与天文相关，当然还有其他的原因，以及所有这些原因在2 000万年内互相的协同作用，它们一起给地球带来了这场灾难。

一个很重要的因素就是上二叠纪发生的海退，它带来了重大的影响。那是所知的最重大的一次海退：海平面降低了250米！因为不能将海退都归结于冰川作用，所以科学家们认为海脊处可能减少了很多的水量，由此才发生了如此惊人的海退。海退的一个后果就是使得一些之后裸露出来的大陆架上的有机物被毁灭，除此之外，它还迫使一些新的地层遭受腐蚀，尤其是化学腐蚀。因此，含碳物质、有机物质和煤炭的氧化都导致了大气中的二氧化碳增加。而我们知道这种气体在地球的温室效应形成中扮演着主要角色。

温室效应的加强使得气温普遍变暖，而剧烈的火山活动及西伯利亚地盾使得温室效应更加厉害。“地盾”(trapps)是我们在瑞典语或荷兰语里可以找到的一个词，被英国人拼写为“trap”，有“楼梯；扶梯”的意思。它是指由粘度较小(如在夏威夷所发现的)的洪流玄武岩在地质上较平坦的叠复。在西伯利亚地区，它们的面积达到了250万平方千米，大约是法国的五倍大，深度达到了3 000米！这些火山爆发持续了约不到一百万年的时间，就在二叠纪和三叠纪的界限处。这些火山活动产生的物质重量可达250万立方千米。相比之下，1980年美国华盛顿州圣海伦斯火山的喷发，虽然也引起了气温的稍稍下降，但是

从之后的数月中所观察到的全球平均气温来看，产生物质重量仅达到了 1 到 2 立方千米。

对于二叠纪—三叠纪时的生物灭绝，我们也要注意到那些在网络上或报刊杂志上引人注意的解释。譬如，人们已经提到是受小行星撞击的原因（小行星坠落地未知），还有人认为是受到一颗超新星爆炸释放出了致命辐射的影响①。

相反，很有可能在这场灭绝中扮演了角色的因素有：地球的磁场倒置所受到的宇宙辐射，同时还因为海侵使得水稍微氧化，产生了令海洋有机物窒息的环境，这也是科学界所确认的一个原因。同样可以看到，上二叠纪时，在热带地区泻湖地垫里形成了含盐量高度集中的区域，从而使海洋含盐浓度大大降低，这也是灾难发生的可能原因之一。

但也要看到，正是在拥有繁茂生命迹象的古生代的基础上，即将建立起地球上所出现的最令人惊叹的动物王国……

第三节　恐龙的灭亡

孩子们的想象力中总有这样一些象征性的动物——狼、熊猫、海洋哺乳动物（尤其是海豚和鲸）、马以及熊等，而恐龙也存在于孩子们的动物寓言集当中。当然，恐龙已经从这个世界上消失很长一段时间了。人们现在只能通过外表修复或者数字化重组来认识它们，因为早在 6 500 万年前恐龙就突然消失了，原因很有可能是发生于地质时代的一系列突如其来的灾难。然而即使是这样，也不能就此认为它们的消失是令人感到可怜的。

① 一般来看，对于网络上的言论，我们要考虑到它们中约有 70％是包含谬误和一些轻率提出的假设的。

以霸王龙为例，它们长着长达 1.4 米的颅骨和 15 到 20 厘米长的牙齿。但是它们的突然消失也表明了这种强大的动物脆弱的一面，或许这也是恐龙之所以吸引小孩子和青少年的原因。此外，其实大人们本身与这样的情感体会也并不远。但是确实不应该让恐龙占据舞台的中心，在它们华丽的装饰之下是不为我们所知的厄运。

回到约 1.85 亿年前，即中生代，以前被称作“第二纪”（开端于 2.5 亿年前，前后误差约 500 万年），气候对于地球上的生物来说很寒冷。现在我们就生物与气候之间的关系已经有了足够的了解，能够推断温度属于温和，也就是说，气温更暖和而潮湿度也大大提升。因为某种神秘的原因，很多生物在三叠纪末尾时消失了。但生命一如既往地再次出现并且更加强大。侏罗纪[①]时丰富的动物群就是证据。最终，中生代尾期发生了白垩纪—第三纪[②]灭绝事件，突如其来的危机为这个时代划上了一个华美而悲剧的句号，一颗对现在墨西哥尤卡坦半岛的位置进行撞击的小行星是造成这次危机的主要但非唯一的原因。

正是在中生代，泛古陆开始分离，各大洲的轮廓开始为世人所了解。在接下来的时代里，也就是新生代里，出现了最新的调整。但这期间各大洲的位置和它们现在所在的位置相差还很远：东欧位于热带地区，而非洲南部及南美洲拥有如同南极洲一样的极地或亚极地气候。

在中生代的第一个纪，即三叠纪（2.5 亿年前—2.03 亿年前之间），地表的热度是造成泛古陆分裂的原因。发生于玄武岩中

① 侏罗纪系统是由伟大的德国学者亚历山大・冯・洪堡（Alexander von Humboldt，1769—1859）于 1795 年给出定义的。

② 严格说来，我们应该称其为白垩纪—古新世灭绝事件，但白垩纪—第三纪已被广泛接受并使用。

的火山运动就是标记。这些往外扩张的力缓慢地将东西方分隔开来,冈瓦纳古大陆与被特提斯海重新分裂的劳亚大陆分隔开来。在三叠纪中,它们获得了大片土地,最后成为法国所在的土地,除了群山地区几乎是被完全浸没的。在三叠纪终时,一条狭窄的海洋开始将非洲及南美洲分隔开来。然后,由印度和澳大利亚组成的板块也开始轮流分隔。

在接下来的时期,即侏罗纪(2.05 亿年至 1.34 亿年间),特提斯海不断增大,不久便将劳亚大陆北部及冈瓦纳古大陆南部完全分隔开来。同时,冈瓦纳古大陆自己也开始缓慢地分裂:印度板块开始向东北方向漂移,仍与在之后成为马达加斯加岛屿的地块相连接。印度洋开始往外流通。接近侏罗纪时代的末尾,太平洋板块的俯冲使安第斯山脉及内华达的山脊得以缓慢成形。

白垩纪时期(1.35 亿年前至 6 500 万年前之间),以上的过程加速:非洲与南美洲分裂开来,南北美洲开始相互靠近,印度板块继续向亚洲板块运动,马达加斯加岛遗留在途中,特提斯海与大西洋不再相通。而阿尔卑斯山脉与比利牛斯山脉开始出现……

中生代的气候相当稳定,同石炭纪的气候一样,炎热而潮湿。但是在三叠纪的时候,从主要气候方面来说,一些蒸发岩[①]的矿床显示出更加干燥的气候,因此这只能是相对的稳定。此外,之后珊瑚的繁殖也说明了显著的回暖——北纬 60 度甚至出现了棕榈树。

三叠纪时期,已经有了多种多样的爬行动物,甚至出现在了挪威的斯匹次卑尔根岛上,如,鱼龙[②]、蛇颈龙[③]以及早期的恐龙

---

① 蒸发岩(Evaporites):盐岩。

② 鱼龙(Ichtyosaures):来源于希腊语中的 *ikhthus* 和 *sauros*,分别表示鱼及蜥,蜴。

③ 蛇颈龙(Plésiosaures):来源于希腊语中的 *plêsios* 及 *sauros*,表示邻近的及蜥,蜴。

都已出现，它们当时还未像在之后的侏罗纪或白垩纪中那样在世界上占统治地位，或是在三叠纪的末尾时遭受神秘的大范围的灭亡。小型哺乳动物也已出现，但是还不引人注目。它们花了 1.55 亿年才占据上风[1]。中生代的第一个时期并没有丰富的植物群：古生代的巨大孢子植物已经消失，但是裸子植物[2]开始成长发育起来，尤其是松柏科和银杏科。

这些情况对于石灰岩藻类的大量繁殖及多种无脊椎动物的成长非常有利。这些无脊椎动物包括海绵动物、腕足动物、甲壳动物、腹足动物、头足动物（菊石和箭石）、棘皮动物。至于鱼类则是软骨鱼、鳐鱼及总鳍鱼目[3]——其中著名的矛尾鱼[4]就属于此目——而辐鳍鱼亚纲[5]也开始传播并繁殖起来。

三叠纪末尾时，生物世界遭受了一次新的大范围的灭绝。这是自前寒武纪出现生命以来世界所遭受的第四次大规模的生物学上的灾难。面对这个事件，专家们承认他们的困惑。这是一场非常严重的灭绝：有 76%的海洋生物，其中包括 47%的属和 23%的科，没有存活过三叠纪—侏罗纪（即接近 2.03 亿年前）。至于陆生环境，四足动物科中有 22%消失了。这场灾难一直延续了 1 700 万年，残酷至极。在加拿大魁北克发现了一个直径达 70 千米的陨星坑，而 2.14 亿年前造成这个坑的陨星

---

① 弗兰西斯·乐赛尔（Francis Lethiers）：《生物圈的进化及地质事件》，（*Evolution de la biosphère et événements géologiques*）

② 裸子植物（Gymnospermes）：来源于希腊语的 *gumnos*，*sperma*/*spermatos*，分别表示裸的，种，种子。相比被子植物，裸子植物胚珠裸露，而被子植物的胚珠及种子皆被包藏于果实之类。

③ 总鳍鱼目（Crossoptérygiens）：来源于希腊语中的 *krossos* 和 *pterugion*，表示镶边，边纹和鳍。

④ 矛尾鱼（Cœlacanthe）：来源于希腊语中的 *koilos* 及 *akantha*，表示空隙，窟窿及刺，背鳍。

⑤ 辐鳍鱼亚纲（Actinoptérygiens）：来源于希腊语中的 *aktis*/*aktions* 及 *pterugion*，表示辐状鳍条及鳍。

极有可能在这次危机中发生了作用。但是这个有关陨星的假设不足以解释事实，因为灭绝在那之前就开始了，可以追溯到 2.2 亿年前。不过，一些专家相信，在五个撞击点发生了准同时性的撞击。其中一个创造了位于法国罗什舒瓦尔[①]的陨星坑，其直径达 25 千米，另一个在加拿大西部的圣马丁，直径达 40 千米，另外一个在美国西部的红翼，直径达 9 千米，还有一个位于乌克兰，直径达 15 千米。前三个陨星坑的整齐排列加强了这一系列的撞击点皆是因为一群流星雨所造成的论点。由撞击而产生的上百万吨的尘埃进入大气，这也可能就是造成地球平均温度降低的原因。

人们也考虑了其他的原因，比如之后突如其来的重大海退，其水位甚至超出了所知的发生在二叠纪—三叠纪时期的最大海退 50 米。同样被提出来的还有气候的回暖，海洋蒸发而造成盐浓度的下降。最后，大量的石灰岩积液的喷发，尤其是在非洲南部，也被认为可能在此期间发挥了一定作用。

另一方面，按照自然规律，已灭绝的物种所留下的自由空间又将有利于新的生命形式或者彼时还未占据统治地位的物种的发展。而这一次，令人着迷的恐龙们走上了舞台……

骇人的蜥蜴天地

气候在侏罗纪和白垩纪，即 2.03 亿年前至 6 500 万年前之间，炎热而潮湿。除了那些较大的鸟类和会飞行的爬行动物以及一些进化缓慢的古老哺乳动物外，大型的爬行动物在地球上占据统治地位。两类恐龙占领了三叠纪的统治生物消亡后所空闲出来的生物空间，并成为统治者。它们是蜥龙目[②]和鸟

---

① 参见下文。
② 蜥龙目(Saurischiens)：来自希腊语 *sauros* 及 *iskhion*，分别表示蜥蜴及髋，胯骨。

龙目①。蜥龙目为四足，盆骨构造类似于蜥蜴。而鸟龙目是两足，有着类似于鸟类的骨盆构造。但是我们要注意到这里所说的“统治”这一概念的模糊性。今天，我们讲人类在地球上占统治地位，但其实，蚂蚁的生物量或是细菌的生物量同样也是非常可观的。因此，当说到恐龙占据“统治”地位时，需要非常谨慎。更确切地说，它们的“统治”地位类似于一些像霸王龙类的高等捕食性动物的优势地位，或者是我们今天所说的某类生物占用不同的生物圈、生物环境的能力；又或者是恐龙作为大型陆地动物所具有的垄断专权的想法。

恐龙是在一个炎热潮湿的稳定气候条件下发展繁衍的。事实上，它们适应了有利的环境，接着就占领了这些气候各自不同的生物环境。这样，小型的恐龙、鸟脚亚目（双足食草动物）和兽足亚目②（双足食肉动物）占据了极地圈以外的地区：在斯匹次卑尔根岛所留下的恐龙的遗迹可作为证据，它们分布在阿拉斯加的北部山坡，加拿大育空地区以及澳大利亚的东南部（直至白垩纪末尾，澳大利亚、新西兰以及南极洲仍然是相连的）。这些遗迹包括脚印、经过外部硬化支持处理过的皮肤痕迹、分散的骸骨以及一些重要的碎片。但是，当时的全球气候比现在要温和，这些动物的体热调节问题还具有争议性：冷血动物在寒冷地区稀少，而“极地”恐龙的骨头也没有显示出它们生长的年轮③，这个是对恒温动物④理论的支持，也就是说，动物生存在调节的温

① 鸟龙目（Ornitischiens）：来自希腊语 *ornis/-ithos*，表示鸟类。

② 兽足亚目（Théropodes）：来自希腊语 *thêr/thêrion* 及 *pous/podos*，分别表示野兽及足，脚，本词的字面意思就是“野兽的足”。

③ 人们可以通过冷血动物的骨头来判断其年轮，类似于出现在树木上的年轮，冷血动物在冬眠期生命活动处于极度降低状态。

④ 恒温动物（Homéothermie）：来自希腊语 *homoios* 及 *thermos*，分别表示相似的，相像的，相同的及热，发热。

度下，才能保持热血。但这并不是在此地区生活的所有恐龙的情况。现已发现大约有 600 种恐龙曾散布在全球各地。有一些例证可以说明它们在解剖特征上的多样性，帮助我们得出动物生态学[①]的推论，从而帮助我们更好地理解动物形态和他们所处的环境（这里指它们所能存活的气候状况），以及它们习性之间的复杂关系。

以腕龙[②]为例来看，腕龙是地球上出现过的最大的动物，生活在晚侏罗纪（1.5 亿年前到 1.35 亿年前间），高可达 25 米。一些古生物学家认为它的重量可能超过 100 吨！从它骨骼的架构可以推断出它的肌肉肌腱紧连着骨头，说明它的行动应该是非常困难的，甚至在非水生环境中是不可能的。因此，人们认为它们会优先选择沼泽地或湖泊地区生活，这两种地区在煤炭及石油大量形成的侏罗纪和白垩纪时代是非常重要的。

著名的霸王龙长达 12 米，高可与当今一幢摩天大厦的二层楼比肩，重达 6 吨，它们生活在白垩纪的中国及北美洲的西部。霸王龙拥有巨大的牙齿与强有力的爪子，它们的前肢与整个身体相比显得较小。这个巨大的食肉动物可能行动并不迅速。人们认为霸王龙以体型庞大且行动笨拙的食草动物为食，在形态上接近腕龙或是著名的梁龙（27 米长，10 多吨重，长有一口适应于咀嚼如藻类和水生植物等柔软植物的牙齿）。

说到较轻型的食肉动物，如速龙，可在短距离内达到 60 千米/小时的速度。速龙为两足，可达 1.80 米长，1 米高。人们认

---

① 动物生态学（Ethologie）：来自希腊语 *èthos* 及 *logos*，分别表示习性，特性及科学，学科。它是研究动物习性特征的学科，有时也涉及动物习性与人类行为的比较研究。

② 腕龙（Brachiosaure）：来自拉丁语的 *brachium* 及希腊语的 *sauros*，分别表示腕，臂及蜥蜴。

为,它利用自己镰刀状的爪子来袭击大型的毫无自我防卫能力的食草动物,它的爪子长达九厘米,每只脚上各一只。一种长着类似鸭嘴的的恐龙(鸭嘴龙[①])为速龙的繁殖作出了巨大的贡献……上白垩纪时(9 600 万年前至 6 500 万年前之间),这个可怕的捕食者生活在现在的哈萨克斯坦、中国及蒙古国境内。“凶残”一词在动物生态学上显得毫无意义,很有可能在任何情况下速龙都不是最可怕的,还生活着好些与速龙在形态上相似的恐龙,常常比速龙更庞大,长着更多利器。

一个有关恐龙的常见想法是,恐龙都是又大又重,其实不然。上侏罗纪时代生活着一种名为美颌龙[②]的恐龙,它们长度仅 60 厘米,重量不超过 3 千克。所以它们的大小还比不上现在的海鸥。

中生代的爬行动物占据了众多的生物圈及大多数重要的生物环境,如三叠纪出现的鱼龙,一种胎生哺乳动物(现已发现了一些腹中怀有胎儿的鱼龙化石),它们出现于三叠纪并将足迹蔓延到了海洋当中。在南、北美洲以及欧洲发现了上百个鱼龙[③]化石。它们的整个外形特征让人联想到金枪鱼和海豚。人们认为从鱼龙的形态上可以看到“趋同适应的印迹”(除了尾鳍——海豚及鲸的尾鳍为水平方向展开,而鱼龙及金枪鱼是垂直方向平展的),因为在鱼龙身上可以看到,即使是不同种类的生物,在接受同样或相似生态坏境的选择下,可以形成为适应这个坏境的相类似的总体外貌形态,而在鱼龙身上很显然可以看到爬行

---

① 鸭嘴龙(Hadrosaures):来自希腊语 *hadros* 及 *sauros*,分别表示笨拙的,粗壮的及蜥蜴的意思。鸭嘴龙可达 3~12 米长,嘴里没有牙齿,但是在颌骨上长有很多的颌齿,每一个额骨上都有,有几种甚至长有 900 余颗。

② 美颌龙(Compsognathus):来自希腊语 *kompsos* 及 *gnathus*,分别表示美的及颚或颌。

③ 鱼龙(Ichtyosaures):来自希腊语 *ikhthus* 及 *sauros*,分别表示鱼及蜥蜴。

动物、鱼类及哺乳动物的特征。这些海栖哺乳动物可以长到 9 米长，尽管不属于恐龙这一纲，但事实上两者是很相近的。

中生代的爬行动物还进入了天空环境中，而且最大的飞行生物就生活在那个时代，它们就是翼龙[①]。很多翼龙都是食肉动物，从它们的群落环境来看，它们主要是以鱼类、软体动物、贝壳类动物、昆虫或动物的尸体为食。它们当中最为人知的代表就是羽齿龙[②]了。羽齿龙的骨脊突在飞行中可起到偏航的作用，它们的翼展可伸展到 7 到 10 米。

纪录看来是由风神翼龙[③]来保持的，它的翼展长达 11 米，大小相当于一架旅游飞机，重量可达 90 千克。如果说最小的翼龙是采用振翅的方式飞翔的话，那么风神翼龙似乎借助于上升气流和风就可以飞翔了。它们的飞行与其说是振翅不如说是滑翔。而这也正是现在一些鸟类的情况，如哈比鹰(角雕)，它们是目前最大的食肉鸟类，还有生活在南纬 50 度的一些大型信天翁。翼龙中还包括翼手龙，之所以这样称呼它们，是因为它们的翅膀是由连接其身体及前肢趾头的薄膜所构成的，它们的第四指非常突出，而风神翼龙的则可长到接近两米。

恐龙的骨骼给人的印象是，它们粗野、笨拙、毫无精细而言。它们那粗大的骨盆看上去像突出物般架在它们构造粗糙的股骨上。如果人们不相信目的论者[④]的学说，那么他们可能会说恐龙的存在像一个愚笨的试验一样，而中生代的爬行动物看起来

---

① 翼龙(Ptérosaures)：来自希腊语 *pteron* 及 *sauros*，分别表示有翼的及蜥蜴。

② 羽齿龙(Ptéranodons)：来自希腊语 *petron* 及 *odon*，分别表示有翼的及齿，这里的 *odon* 前加了否定前缀“a”，就是说这种鸟类有翼但无齿。

③ 风神翼龙(Quetzalcoatlus)：名字来源于“羽蛇神”，即“长有羽毛的大毒蛇”，是阿兹特克神话里的四大创立世界的神祇之一。

④ 目的论是一种解释世界的概念，它认为事物、现象的因果关系及发展都是由目的所预先规定的，并最终指向这个目的。自亚里士多德(Aristotle，384—322)之后，哲学家们将其命名为“最终目的”。

都很粗糙、笨拙，总之，它们对于环境的适应是不理想的。这些人试图在恐龙身上找到进化失败的证据。但其实这样的想法是不对的。因为恰恰相反，恐龙代表着卓越的成功，这从它们的多样性及长命性都可以反映出来。恐龙在接近 1 850 万年的时间里，持久地占据着地球的生存空间。而其他很多著名的精细生物存活所延续的时间要比它们短得多。

气候无疑在此发挥了关键作用。除了二叠纪一三叠纪期间的灾难期以及白垩纪晚期，整个气候仍然比较稳定，这种状况无疑有利于这些大型爬行动物的发展。一方面，因为不良的(甚至可以说是完全没有的)体温调节，这些动物可能对气温丰富而持久的变化很敏感。另一方面，炎热而潮湿的气候对于植被的繁茂生长也非常有利，现在的热带地区就是证据。植被的生物多样性在当时显得非常重要，换言之，食物越丰富多样，为植被提供养料的食草动物数量就越多。

罗什舒瓦尔的陨石

白垩纪时代发生了一件在整个地球历史上举足轻重的事件，那就是被子植物的诞生。被子植物存在于受保护的种子和花朵里，蔓生于整个地球。它们改变了地球外貌格局，改变了腐殖土，创造了有利于动物群多样性发展的条件。在当时，它们形成了众多的松柏科及银杏科的森林，取代了一直到白垩纪都占统治地位的裸子植物。这些被子植物代表着最先进的植物，并以草本、灌木，甚至大树的形态出现。它们现在几乎处处可见：在沙漠里(仙人掌科)，在淡水里(慈姑)，在海洋里(海洋植物)，在高山上(禾本植物)。它们的根大多生长在土地里，但也以附生植物(如兰花依靠其它植物生长)和寄生生物的形式出现。

被子植物由雄蕊产生的花粉来授粉，一般是借助于风、雨、

水流，更常见的是通过传粉的昆虫，后者往往在被子植物的授粉中起到决定作用。这里可看出植被的多样性与昆虫的多样性是密切相连的。有一些被子植物是有毒的，而动物会本能地避开它们，从遗传学的观点看，这种经验似乎是动物间传播开来的。在解释恐龙的灭绝时，某些作者作了这样一个假设，即白垩纪晚期的大型食草动物在冒险吃一些最近出现的生物时中毒身亡。

白垩纪时，全球平均气温缓慢降低，但还未结冰。但尽管有着间断的降低，全球海平面总体上处于上升状态。在白垩纪的末尾，海平面比当今海平面要高 370 米。但是在白垩纪和第三纪的交接点时，海平面剧烈下跌，降了近 240 米。

海平面的骤降是一场地球灾难的延续后果。这场灾难不仅毁灭了众多遍布全球的巨大爬行动物和大量其他的生命形式，从而改变了地球的外貌，而且在百万年之后，也就是 20 世纪 80 年代，为古生物学界带来了一场名副其实的知识危机。这是地球历史上第五次也是最后一次生物的大范围灭绝。这也是公众最津津乐道的一次，原因至少有两个：其一，这场灾难造成了恐龙的灭绝；其二，围绕"屠龙彗星"的讨论从此以后被广为传播，尤其是在科学普及化的媒体作品中。

这场灾难是在 6 500 万年前突然发生的。在当今的知识条件下，我们还无法判断生物的灭绝是在一年内发生，还是持续了长达 10 万年甚至是 100 万年。然而，可以看到，就像在很多情况下一样，一些人认为生物进化是一种连续的渐进式进化，而一些人相信生物进化是一种断裂式的突然变化，这两种观点的拥护者们拿出同等有力的证据互相抨击。在这里，我们也可以认为，本次灾难是由一系列剧烈事件穿插在内的一个缓慢而规律的灭绝过程，当然这些剧烈事件也会时不时地加快历史的变迁步伐。

所有的大型海洋爬行动物与飞行爬行动物都在这场灾难中消失了。陆生爬行动物中只有四目得以存活下来(鳄鱼、龟、蜥蜴及蛇)。这几目动物体内的新陈代谢机制允许它们在某些情况下甚至几个月都可以不用进食,这也是它们为什么能够躲开这次危机的原因。菊石和箭石全部消亡。而且,大多数的有孔虫目及颗石藻类都没有存活过白垩纪—第三纪交界。

最有可能导致灭绝事件的原因是众所周知的,当然这些原因也有着共同的作用,如:进食单一化的过分发展会导致生物变得脆弱,这样,一种猎物的突然消失(这里的"突然"是从地质时间的标准来衡量的)就会导致它的狩猎者的灭亡。又如,大陆的运动,包括它们从海里的浮出和山脉的隆起,既可能改变生境,也可能破坏生境。最后,在白垩纪晚期重新开始的地质活动,导致了之后发生的海退事件,虽然这样使得高原得以在陆地上出现,创造了新生境,但是也毁灭了众多的海洋生物群落栖息地。

不过,造成灭绝事件最重要的原因应该是全球气候的冷却。气候变冷对于海洋中的食物链开端,即浮游生物,起到了尤其突出的影响,它迫使所有以浮游生物为生的海洋有机体灭绝,从最小的菊石到最大的海栖爬行动物都未能幸免。同时,陆生爬行动物的蛋的孵化也同样受到冷气候的打扰。更直接地说,应该是,这些爬行动物的体温调节系统当时还处于发展初期,所以无法适应急剧的气候变化,而鸟类和小型的哺乳动物却没有遭遇同样的情况,相反,它们甚至还被指责将大型爬行动物们的巢穴打劫一空,而大型爬行动物又往往行动过慢以致来不及反抗。

事实上,真正饱受争议的是导致气候如此变化的原因。人们已经提出了不少的假设:海洋洋流的重大变化;一颗超新星爆炸所产生的致命辐射或是地球磁场倒转的影响等,但是还没

有任何学说得到科学界的一致拥护。

目前产生主要影响的有两大假说。第一个是小行星撞击假说(或是彗星撞击),认为一颗直径大约 10 千米的小行星撞击了墨西哥犹加敦半岛;第二个就是德干地盾的火山爆发,使得熔岩在后来成为印度次大陆的地方喷出。这两种假说都比较新,小行星撞击假说是在 1980 年才提出来的。今天人们已经知道有好几百个由行星撞击地球所形成的坑口,我们称它们为“陨星坑”。其中大多数是在两次世界大战期间被发现的。同时可以看到,尤其是近年来,卫星的遥感探测对我们在这方面的发现起到了重大的作用。

距离现在的法国上维埃纳省(Haute-Vienne)罗什舒瓦尔城不远处有个陨星坑,这个陨星坑遭受行星撞击的时间究竟是三叠纪的末期还是侏罗纪的开端(接近 2.03 亿年前时),对于这个问题人们目前还没有明确的答案。大致估算可以看出,这颗行星的直径应在 800 到 1 500 米之间,重约 1 亿到 60 亿吨,而撞击时的速度为 20 千米至 50 千米/秒。它落在浅海上,产生了相当于 3 000 亿吨(300 000 百万吨)的梯恩梯能量(最强大的化学爆炸物之一),也就是广岛原子弹爆炸能量的1 400 万倍。顷刻间,13 立方千米的花岗岩便可被气化,正如行星自身星体。在 500 千米范围内所产生的气流及炙热乌云的影响下,所有的生物都被消灭。撞击生成了一个深达 6 千米的坑口,而这个被撞击出来的坑的岩壁又会再次被喷射到大气中……

生成这个陨星坑的时间不过一分钟,但它的直径超过了 20 千米。联想一下,会发现此撞击的撞击点和其他几个撞击点都位于同样的古纬度(北纬 22°8),如位于加拿大魁北克的曼尼古根陨星坑(其直径有 70 千米)。地球表面还存在不少这样的陨星坑,位于南极洲的威尔克斯地陨星坑形成于 70 万年前,直径

有 240 千米。如果我们同意撞击的火流星大小相当于其撞击坑大小的 1/20，那么这颗火流星的直径就有 12 千米了！当然，我们还得考虑到，如果行星潜没或是骤落在深海里，那么它们落在地球上的很大一部分可能不会留下直接的痕迹。总之，因为其他一些令人困惑的原因，我们又无法将罗什舒瓦尔陨星坑与生物大灭绝联系起来。不过，位于现在墨西哥尤卡坦半岛的希克苏鲁伯陨石坑又另当别论了……

彗星灾变说

沃尔特·阿尔瓦雷茨（Walter Alvarez）曾写过一部原名为"霸王龙与灾难的火山口"[①]的作品，在其法语版本的封面上，两只近景逆光的霸王龙惊愕（我们可以理解）地看着一个巨大的白热小行星正在跌向地面。大家感到时日无多，但仍然各司其职……这是彗星灾变说[②]吸引大众眼球的原因之一：想一想，同样的事件如果发生在明天会怎样呢，不管是在地球的什么地方。不过，根据我们现在已经掌握的数据，这种灾难平均每几百万年才发生一次。

大部分的小行星在火星和木星之间移动。至于彗星，它们的轨道很扁（划出的椭圆焦距很远），正常情况下围绕太阳运转。由于木星质量的原因或者另一颗相同彗星的引力作用，小行星偏离轨道的情况有时候也会发生。但当这些新的轨道与地球运行的轨道相交错时，两者相撞的风险就变得很大。我们知道在

---

① 我们本来能够逐字地将题目翻译为"T. Rex et le Cratère maudit"，但是出版社更喜欢 *La Fin tragique des dinoaures*（《恐龙的悲剧结局》）。

② 说实话，我们不能确定到底是一颗彗星（核由岩石和脏冰组成的火流星，"脏"是因为它主要是由甲烷、二氧化碳和氨组成的）还是一颗小行星：这些物体所产生的效果是一样的，而且会影响之后的岩石变化，这使得这个判定更加困难。以下仅供参考：哈雷彗星表面积约为 15×18 平方千米。

太阳系初期，这种相撞曾经非常频繁，月球表面被这些撞击事件破坏的空洞就是很好的明证。

以下是距今 6 500 万年，在希克苏鲁伯的卡坦半岛上发生的事件：一颗直径 10 千米的小行星(或者是一颗彗星)撞击了地球，当时的速度我们无法准确测量，但肯定在 20 千米～80 千米/秒之间。冲击波在大约一秒钟的时间内将火流星和地下岩层完全汽化，又在几秒钟之后，这颗小行星就在地面上砸出了一个深 40 千米的陨石坑，坑的边缘很快倒塌，形成了一个不太深但更大的陨石坑(直径约 150 千米～200 千米)。我们估计，期间消耗的能量大致相当于一亿颗百万吨级的氢弹爆炸所释放的能量。阿尔瓦雷茨认为，这次撞击所产生的能量是全球核武器能量总和的一万倍。这股巨大的能量使温度上升到远远超过太阳的温度：我们认为可能上升到了 10 000 至 20 000 度，致使大面积的岩石汽化，引起了巨大的森林火灾。高温使大气中的氧和氮发生反应，使雨中富含硝酸和二氧化氮，对植物和海洋无脊椎动物[①]非常有害。

专家们认为，这次撞击的喷出物是小行星本身重量的 100 倍。阿尔瓦雷茨认为这些喷出物的再降落在地球上引起了一次酷热，因为它们降落到大气底层时与空气摩擦生热，就像是几十亿吨的流星落向地球一样。实际上，这些喷出物上升得很高也很快，就像是被大气中由于空气移动而形成的洞给吸上去了一样。

希克苏鲁伯小行星撞击产生的能量强大到足以引起一场里氏 12 级的地震，导致地球上火山活动的又一次复苏。然而祸不

---

① 弗朗西斯，同上文引用的书。

单行，它还引起了一场海啸[①]（一场巨大的浪潮，一次激潮），这次海啸高达一千米，将整个墨西哥海湾和邻近的土地都变成了废墟。我们可以试想一下海浪深入内陆几百千米的情况。海啸大多数是由海底地震引起的。冲击波以一个 1 米高的小浪成形，然后以高达 500 米/秒的速度移动。只有接近海岸的浅滩时，它才开始变慢变高，形成 10 米到 30 米高度不等的海浪，摧毁所有它们经过的地方。

在希克苏鲁伯小行星撞击之后，那些微粒、烟灰和烟雾等并没有立即落下来。它们阻挡了太阳光线，从而也就阻碍了依靠光合作用的绿色植物的生长过程，阻断了或者说减慢了植物物种的产生（陆生的和浮游生物的），打破了食物链，使得成千上万的物种惨遭灭绝。这次撞击好比"严冬"，影响了整个地球表面长达几个月之久，平均最低气温达摄氏零下 40 度。

最终，由于当时的撞击点位于海洋上，小行星和喷出物的炽热使大量的水蒸发了。然而，作为一种温室气体，水蒸气能够吸收很大一部分地球发出的红外线辐射。那么，一次强烈的气候变暖就可能在灰暗撞击之后接踵而来，就像它也是与紧随撞击之后的酷热连续发生的一样！我们不妨设想，那些几乎不能调节体温的生物，如恐龙，恐怕顶不住这炎热。

这个理论并没有轻易就深入人心：20 世纪 80 年代，一些科学家不愿意接受这种解释。当时人们认为小行星假说太危言耸听，也仅仅是理论上说得过去而已：还没有谁曾提出过任何令人信服的证据。它的成功仅仅在于，没有人试图去驳倒它。而这在科学家们看来是远远不够的。不过，阿尔瓦雷茨的假说还存在着另一个缺陷，在古生物学者们的眼中甚至是会造成严重

① 海啸（Tsunami）：日语词，意思是海港的浪潮。

阻碍的：它进入了灾难性学说的大家庭，然而，为了了解地质现象和古生物现象，人们曾提出过一些传统的机制，而那些灾变说与这些传统机制的迟钝之间显得很不协调。

应该说，就算灾变说并不是完全错误的，它们在19世纪初也构成了科学进步的一个极大障碍。1803年大论战的发端，正是人们在西伯利亚地区的勒拿河边发现了一只被冻成冰的猛犸的完整尸体。乔治·居维叶（Georges Cuvier，1769—1832）在此前一年被任命为巴黎植物园的教授，并于同年成为科学院的终身秘书，主要研究方向是物理科学和自然科学。和他的前辈们一样，在这些被冻住的哺乳动物身上，他看到了一些证据，足以证明前辈们也曾震惊于这次灾难：考虑到它们已经适应了北方的温度，他认为，如果温度是慢慢降下来的，那么它们的尸体很有可能会腐烂，发现时就不可能几乎完好无损。"他在巴黎的事业从猛犸研究开始，正因为对猛犸研究印象深刻，才使他相信，只有一场突如其来的灾难才有可能将动物冰冻住。"①在生命史中的物种进化理论尚未完全成型的时期，要解释古代的动物群和植物群跟今天的有什么不同，最明显的办法就是，假设它们在连续的灾难中已经灭绝而之后又被别的物种所替代。

跟某些评论家有时所持的观点相反，居维叶从来没有提出过一些空洞的"彻底"灭绝假设，因为他当时无法依靠连续生存的生物，但是他也不认为当前的物种是原物种变化后的产物。这就让他陷入困境之中，不过他找到了一个解决办法：相距较远的大陆之间会形成海峡，这就可以让一个外来的动物群进入另一片土地，而留在原地的动物则可能已经在灾难中遭到毁灭。

后辈们却没有像居维叶那样严谨，他们竭尽全力地为灾难

① 盖布里埃尔·戈奥（Gabriel Gohau）：《地质学史》。

交替和物种延续理论辩护。这些想法也引起了支持英国地质学家查尔斯·赖尔(Charles Lyell，1797—1875)均变论的科学家的长期敌视。均变论认为，如今显现出来的原因，而且只有这些原因，能够解释过去突然发生的重大变化。这个概念和均变说共存，均变说认为地球历史上的重大变化都是逐渐产生的。现代科学家们拒绝这种将外来个体引入该领域的解释，更普遍的是，他们也不承认在认识论上被命名为“特设性假设”①的解释。至于创造论的观点，它们从19世纪末开始就已经沦落到不具有科学相关性的意识形态之列，如今只有美国的几个州在教学中还将它与达尔文的物种进化论相提并论。

均变论和均变说的立场直到20世纪80年代一直是古生物学界的主导看法。它描绘了一幅认识论②的图景，但却没有解释第三纪—白垩纪时，有相当于珠穆朗玛峰重量的巨大陨星降落而造成的灾难地。1985年，在图鲁斯自然历史博物馆举行的关于恐龙的世界大会上，我还记得自己当时被一些专家的观点所吸引，他们认为彗星灾变假说更应该属于社会科学的范畴而不是严肃的古生物学：当时，阿尔瓦雷茨甚至还被质疑是为了更容易地获得名誉才发表了这一精彩的假说。但是从那些年开始，事情就变得不一样了，科学界认为，阿尔瓦雷茨的假说即使并非经过证实但仍是合乎情理的。

事实上，阿尔瓦雷茨和他的团队在80年代已经提出了在今天被认为几乎是决定性的证据。在地球表面众多的点上，第三纪—白垩纪的界限由一层大约一厘米厚的薄层黏土所体现。然

① 特设性假设：强调看不见的个体；最常被认为了解事实的一些方面，因为包含现实范围越广的解释，越容易遭到反驳。

② 认识论(Epistémologie)：源自希腊语 *epistêmê*，表示认识；*logos*，意为科学；是对于科学知识的产生过程以及相关的科学、技术、思想和哲学背景的批评学。

而，这层黏土中包含的被撞碎的云英微粒与正常含量不符，这对于有关来自地球以外的物体的巨大撞击的假说起了很大作用。实际上，通过电子显微镜我们可以观测到云英微粒上受过剧烈撞击的痕迹，就像是一颗小行星或一颗彗星的陨落所留下的痕迹。显然，人们在罗什舒阿尔的陨星坑发现的就是这种云英微粒。

另一方面，不同寻常的是，这层云英微粒还富含铱元素（铂族金属的一种），而这种原子在地球上是极其少见的。铱元素极重，而且它还是我们所知的抗腐蚀性最强的元素。然而，虽然铱元素在地壳中很少见，但在有些陨星中却非常丰富，这也就使小行星假说显得更有说服力。当然在火山灰中也有大量的铱元素，据此人们提出了另一假说：德干高原暗色岩假说。

位于印度西北部德干高原上的暗色岩是平坦的玄武岩熔岩地层交叠的产物。这种岩石很稀，黏度很小。它们延伸的面积大约有法国这么大，体积超过一百万立方千米。第三纪与白垩纪交替时期发生的火山喷发产生了大量的灰尘和二氧化碳气体，这些灰尘和气体可能导致了与小行星撞击尤卡坦半岛类似的后果（阻断或者严重减慢了植物的光合作用，加强了温室效应）。要知道，一二立方千米的火山灰排放到大气中，就能引起地球平均气温轻微但可感知的降低。

德干高原暗色岩相对假说最初是作为对阿尔瓦雷茨假说的回应而提出的。但是随着它的逐步被证实，科学家们开始考虑这两个假说之间互补的可能性。提出这个假说的美国研究人员本身也不排斥将它作为一个补充角色。但是令他惊讶的是另一个同时发生的事件，那就是有着德干高原暗色岩面积 5 倍大小的西伯利亚暗色岩和二叠纪的灭绝。人们目前掌握的知识还根本无法解释这个巧合。我们甚至不知道这样一个设想是否合

适，即在尤卡坦半岛撞击形成的冲击波导致了德干高原玄武岩外流。

然而我们可以确定的是：中生代是由于一次“火光四射”的灾难而宣告结束的。此后人们所熟知的进程将重新开始：由于“巨型蜥蜴”的灭绝而空缺出来的生境将由一些能够很好地调节体温的小动物占据，恐龙的末日之后迎来了哺乳动物的黎明。

第四节 老鼠与人类

设想有一群小小的、鬼祟的哺乳动物，它们与中生代末期的巨大恐龙生活在同一时代。从进化的角度来看，它们的历史很久远：最早的似哺乳类爬行动物产生于 2.95 亿年前，即二叠纪的开端时，稍微晚些之后，真正的爬行动物诞生，而 1 亿年后又出现了最早的哺乳动物。这些哺乳动物中，一些是食草动物，另一些捕食昆虫，还有一些以腐尸为生或是通过快速进攻掠取一些大型爬行动物产下的蛋，而这些大型爬行动物多因太过笨拙而无法抵抗。它们的外表与今天的老鼠或负鼠相似，属热血动物，有着比爬行动物更好的体温调节能力，因此得以在完结中生代的那场灾难中幸存下来。之后，在面临空旷的土地，就是那些散布在多样的生物群境中的众多生物龛时，它们的生态扩张主义很快就显露无疑，他们四处繁殖，充分体现了这些生物在那种情况下的饱满生命力。

它们的进化发展获得了巨大的成功：占领所有的环境包括海洋、河流、湖泊、海滨、土里、地面、树木，并在这些地方繁衍开来。还有几种甚至进入了天空中。正是因为这个原因，一些作家将第三纪称为“哺乳动物的时代”。现在人们所知的超过 4 050种的哺乳动物中绝大多数诞生于这个时期。

这时候的气候对于此时的很多动物是有利的。

阿拉斯加的棕榈树

在白垩纪—第三纪的巨大灾难之后，新生代（包括第三纪及之后的第四纪[①]）的前 1 500 万年中，全球气温比今天要高出许多，但仍比不上中生代晚期的温度。与今天相比，当时温带地区的界限还要向北推进 10 到 15 度。

在第三纪初，北纬 62 度（即现在的阿拉斯加所在地）与北纬的 50 度（即现在的英国所在地）都生长着棕榈树。在欧洲所在的纬度地区里长有珊瑚礁，在德国、英国以及现在北美的新泽西所在地生活着鳄鱼。生活在那个时期的植物群与动物群，尽管有些地方与今天的有所不同，但是已经属于现代的了。一些复杂的生态系统发展起来，而在海洋沉积盆地中形成了石油矿床。今天我们所知的石油储藏区中有一半存在于新生代的岩层中。鱼类、双壳类及腹足类的变化发展都达到了很高的程度。

此时，大陆的移动仍在继续。在这一时期开始时，美洲仍与格陵兰岛相连接，而格陵兰岛又与英国相连接。南北美洲最开始（一直到 6 000 万年前时）仍是相连的，接着在临近2 300万年前的时候，即整个第三纪时期，它们才分离开来，这一事件对动物有着重大的影响。分离导致了一个特殊的动物群的产生，这个动物群里生活着数量众多的负鼠、犰狳及食蚁兽，同时，它还促使产生了两个种类不同但是形态上相趋同的动物群，这是从生物分类上来看的。这当然是因为生物对两个相类似的环境所作出的同样的适应调节。因此，北美生长着长有匕首般牙齿的

---

① 第四纪（170 万年前至今）曾在很长一段时间内被认为应该作为一个完整的独立时期，因为人类正是在这段时期内演变发展起来的，但是现在这种人类本位说已不再被地质学家和古生物学家们所接受。

胎生哺乳性动物——老虎，而在南美也可发现长有匕首般牙齿的有袋动物。同样的，与南美的袋狼相对应的则是北美的灰狼。

大约 5 000 万年前，印度大陆与此后不久成为亚洲大陆的陆地沿着西藏高原发生强烈碰撞，喜马拉雅山开始形成。这时也是阿尔卑斯山形成的最重要阶段。同一时间，澳大利亚大陆同南极洲相分离，这样，澳大利亚广阔大陆上的所有生物都被隔离，开始了与世界其他地方的生物完全不同的演变轨道。直至今天，这些过程仍在进行着，其中喜马拉雅山脉在以每年几厘米的速度继续上升，而印度次大陆继续向它进行俯冲挤压。

上中新世时(始于 2 300 万年前)，特提斯海的东西两部开始闭合，非洲与欧洲在两个闭合处连接起来。注入特提斯海的水量加上降水量，与当时剧烈的蒸发相比显得有所不足，导致这一封闭海洋的水平衡出现了负差值。现在，通过测定特提斯海的遗留部分——地中海，专家们认为如果直布罗陀海峡变为地峡的话，特提斯海将于 2 000 年内最终蒸发消失。

上新世时(始于 530 万年前)，直布罗陀海峡峡口突然出现开裂，地中海开始逐渐成为它如今的模样。在这段时间里发生了地表的上升隆起，使得地球上的高山和大陆有了与它们今天海拔相近的高度。最终，250 万年前时，巴拿马地峡形成，连接起南北美洲，并给生物的迁徙带来了重大影响，也因此造成一些物种的灭绝。究其原因，就在于生态界有一条极其重要的规律，那就是两种不同的物种无法持久同时占有同一块生物龛——这就是竞争性排斥的原则。在这上面，人们还认为那些进食特别挑剔，或者说进食单一的生物也处于不利地位，譬如那些仅占有一种资源的动物，当这种资源消失殆尽时，它们也只能灭亡。

在美洲，来自北美的动物，如貘、美洲驼、美洲狮等，大举侵入南美的环境中，而来自南美的动物，如犰狳、负鼠等，相比之下

要胆怯很多。南美的物种消亡数量更大，这很有可能是因为它们曾长期处于隔绝状态（约 5 000 万年的时间内），从而导致它们的进食结构更加单一，因此，在与北美物种的竞争中显得力不从心，而在与来自欧亚大陆的动物们经常性的竞争中也是一败涂地。

第三纪末期时，大陆已经基本处在人们今天所熟悉的位置，但是仍在以每年几厘米的距离继续移动着。这些移动看似微不足道，但其实是巨大的惯性力的结果，而且给地球带来了经常性的大地震，这些地震主要发生在各板块之间的断层处①。

新生代时，物种们继续向天空发展。起源于爬行动物的鸟类和哺乳动物以及其他所有像这两者一样照料其幼仔的生物都在发展。自古新世②开始，所有目的鸟类都出现了。了解这段时期的鸟类比了解陆生哺乳动物要简单些，因为这些哺乳动物大多数已消失，或者是已不再具有它们古代的特征，譬如它们娇小的身体。古新世时，没有任何一种哺乳动物的大小超过 50 厘米。奇怪的是，那时候的很多动物，如果现在从形态上来看，很像是一些其他所知动物的中间过渡物，尽管事实并非如此，以熊犬类③为例，它好像是熊和狼的中间体，还有貘和水獭（没有长

① 正因为如此，位于美国的加利福尼亚州可能不久后会发生巨大的灾难，因为长达 1 200 千米的圣安地列亚斯断层系统正是绵亘于此。美国人对此也有所准备。而在法国的尼斯地区，情况同样令人堪忧，尤其是这里所经历的混乱的都市化以及对于建筑抗震性的漠视。

② 古新世（Paléocène）：新生代中所有纪的名称都有后缀*-cène*，这个后缀来自希腊语的“*kainos*”，表示“新近的；最近的”意思。而其名称中的前缀从最古到最新，即最古老的古新世（paléocène），这里的前缀 *paléo-*来源于希腊语的 *palaios*，表示“古”的意思，到最近的上新世（pliocène），其前缀 *palio-*也来源于希腊语，表示又，再，更甚。处于这两纪之间的是始新世（éocène），来源于希腊语中的词 *éôs*，表示开端，初期，还有渐新世（oligocène），来源于希腊语的 *oligos*，表示微小的，短暂的，最后是中新世（miocène），来源于希腊语中的 *meion*，表示更少，较少。

③ 熊犬类（Artocyon）：来源于希腊语的 *arktos* 和 *kuôn*，分别表示熊和犬。

鼻的)的例子等。

始新世时,哺乳动物开始就位。鲸类动物、噬齿类动物、贫齿类动物及长鼻目[1](如今只剩下非洲象及亚洲象)出现了。有袋类动物一直大量存在(1805 年,居维叶在蒙马特尔的石膏里发现了一种负鼠),除了几种没有出现,几乎所有的有袋动物都已诞生,这几种还未出现的就是——鹿科、长颈鹿科、牛科以及人科。渐新世时,马科、犀牛以及一种猴类[2](埃及的原上猿[3])出现了。

新生代中期,也就是大约 3 500 万年前时,地球经历了一场看起来似乎很混乱的气候状况,出现了很多的波动,但是平均温度在很长一段时间内是逐渐降低的。相比之下,那时气温明显地降低,南极洲周围全是海洋冰川。但是北半球的气温仍然温和,与今天相比要更加炎热潮湿一些。一直到接近这段时期末尾,即 3 000 万年前时,大陆冰川才形成,造成了海平面的降低。上新世末尾(175 万年前时),海退使海平面下降到了今天的位置。此时气温的降低,还有洋流运动中的扰动,导致一些物种的灭绝。

这个时期,植物们长成它们现在的样子,但其分布与今天有所不同。作为四季交替风向标的落叶植物成长起来,气候分布总的说来比今天更加均匀。与被子植物的多样性相对应的是昆虫的多样性。非洲大陆的典型动物在整个大陆上繁衍开来,如在非洲南部的马格里布地区,包括撒哈拉在内,生活着犀牛、大象、河马、长颈鹿、斑马等。长鼻目不断发展而且躯体也变得更

① 长鼻目(Proboscidien):来源于希腊语的 *proboskis*,表示长鼻。

② 猴(Simien):来源于拉丁语 *simius*,表示猴,猿的意思。

③ 原上猿(Propliopithèque):来源于希腊语的 *pro-*,表示在前;*plio-*表示更加,愈加;*pithêkos* 表示猴。

大。中新世(2 300 万年前至 530 万年前之间)时，乳齿象长有四颗长牙[①]，而上新世时，它们仅有两颗长牙。马科动物继续进化发展：它们的大小已从狗的大小长到了小马驹的大小。中新世的开端时，出现了有尾及无尾的猴子。而一些巨型的猫科动物，如长有匕首状利牙的老虎(如剑齿虎)，与一些当今的猫科动物代表(如狗和猫)共存，它们的繁盛可能是由于晚第三纪时，羚羊、鹿、长颈鹿、野猪、原牛等的生长和多样发展。因此，我们今天所知的仍存于世的很多物种自中新世就存在了，这个比例在上新世达到 50%，在更新世(始于 170 万年前)更是达到 70%。正是在最后这个时期，即更新世，也就是第四纪的第一个时期，地球上出现了最早的原始人类。

埋在地底下的露西

"……它们的面孔很可怕；像人类一样全身赤裸，又几乎跟猴子一样低矮。塌陷的低矮前额，硕大的眉弓，鼻子几乎没有，嘴像黑人一样突出来，但是又像猩猩一样没有唇，长着强大的牙齿和如鳄鱼般的犬牙……大家应该知道我是在说猴类，不管是公猴还是母猴。但是，也有人说，这些特征的存在是因为人类身上的欲望，因为它们还会切凿开石头取火，将群体中的死者埋葬于土中，用一种语言来互相交流……"

在法国作家韦科尔(Vercors)的优秀哲理性小说《变性的动物》[②]里，作者想象，人们发现在高等猴类与人类之间有一个完美的过渡体，但他当时可能没想到——自 1960 年以来人们已经相继发现了很多可代表早期人类的猿人，尤其令人惊奇的是，事

---

① 乳齿象(Mastodonte)：来源于希腊语中的 *mastos* 和 *odontos*，分别表示乳房和牙齿。这些巨大的食草动物的臼齿呈乳头状突起。

② 韦科尔(Vercors)，*Les Animaux denatures*，《变性的动物》。

实被证明和小说更加接近。

1924 年末，一名在南非威特沃特斯兰大学学习解剖学的名叫约瑟芬·沙蒙斯(Josephine Salmons)的学生给雷蒙德·达特(Raymond Arthur Dart，1893—1988)带去了一件在南非汤恩发现的猴的化石头骨，达特本人是威特沃特斯兰大学解剖学的教授。这个化石是在贝专纳兰的一个矿山里被工人发现的。

达特接着去了一些地方，其中包括一个石灰岩悬崖里的洞穴，在那里他发现了好几个天然的猴颈内模和一个更大些的天然的颅内模。经过对这个洞穴的系统挖掘后，达特很快又发现了一个几乎完整的面部骨骼化石，这个面部化石也正属于他之前所发现的化石。有一个传说是关于这个化石是怎么被发现的，传说认为，这个化石是在一个矿工头的办公桌上发现的，这个工头曾经出土过一个土著人的颅骨。当然，传说并不是真的。

达特曾在 1925 年 2 月 7 日的那期《自然》杂志上有过一条评论，在当时的科学环境下，可谓进行了一次疯狂的冒险，他首先肯定："第一，这些头盖骨展示的是人类的特征，而非类人猿，它们的眼窝没有任何从前额分离的迹象，而是从边缘平稳突出的，与人类的眼眶模式极其相似。其次，它们的齿系是人类的而非类人猿的。最后，它们的颌骨也展示出了人类的精巧的特征①……"达特将它们命名为"非洲南方古猿"②。

达特发现的正是人科，是一个大概 6 岁的幼年古猿，对于科学界来说这是非常意外的。在那个年代，人们一直认为虚假的

① 雷蒙德·达特(Dart，A. R)：《南方古猿非洲种：南非的人猿》(Australopithecus africanus：The Man-Ape of South Africa)，《自然》，第 115 期，2884 号刊，2 月 7 日，195～196 页(由本文作者所译)。解剖学中将其发现的颌骨认定为头盖骨。

② 南方古猿(Australopithecus)：来源于拉丁语的 *australis*，即"在南方的"之意，若 *d'auster* 则表示"来自南方、南面"，这里指非洲南部的猿类。

皮尔丹人(伪造的人类颅骨与下颚骨化石)是个真理,这个理论中久远的人类雏形在之后被证实为是虚假的,而就它的颅形态来说,也与在汤恩所发现的化石大不相同。

再则,达特给其限定了一个很久远的时间——100 万年,这样就不属于古人类学家提出的概念范围了。绝大多数科学家并不同意达特的观点,并且对达特的古人类学研究进行了长达 25 年的不停扰乱。然而,1947 年时出现了新的景象:达特在南非德兰士瓦省的马卡潘斯盖发现了一些人科的化石遗存,其中有一个枕骨的碎片。在这些化石的基础上,达特描绘了一个新的物种,他称其为普罗米修斯南猿,因为它们在所住的洞穴中使用火。因为南方古猿化石的发现历史十分漫长,直到那时,这些化石才得以与其他的化石相汇聚,最终组成了南方古猿的历史,并保留了达特最初对它们的命名——南方古猿。

自这个英雄的时代以来,又有了很多惊人的发现,丰富了猿人化石的收集。其中一次发现对人类古生物学的推广发挥了巨大的作用。1974 年 11 月 30 日,法国古生物学家伊夫·科庞[①](Yves Coppens)、地质学家莫里斯·泰伊伯(Maurice Taïeb,古生物学遗迹的伟大发现者)和古人类学家唐纳德·约翰逊(Donald Johansson)在进行国际阿法尔研究考察期间发现了露西(lucy)。现在我们知道它被命名为露西(lucy),是因为考察队在地面时经常在无线电里听到披头士乐队所唱的“*Lucy in the Sky with Diamonds*”这首歌。这次发现可谓意义非凡,因为其中包含了一个存活在 360 万年前的面积约为整体 40%的骨头,包括颌骨、颅骨的碎片、7 条肋骨、9 个椎骨、几乎完整的右臂、一部分左臂、几个趾骨、左股骨、一部分右胫骨、一半骨盆、骶骨,而

① 伊夫·科庞之后成为了法兰西学院的教授。

最后一个可证明其性别为雌性，但是此点仍具有争议性。

露西体型较小，仅1米出头。她是淹死的，这是从将她包裹住的岩石性质判断出来的。根据其智齿的生长及磨耗程度可以判断她大概20岁，素食。从站立行走方式来看，她是以足直立行走，因此她属于两足。但根据柯潘斯的观点："……她可稳当地在树上攀援，这也对她的生活非常有利。①"对于露西攀援的理解，我们可以从上新世时一些肉食捕食者的外形来理解露西的脆弱。

很长一段时间以来，气候的变化一直被用来解释双足行走这个事实。大约1 000万年前，赤道上的森林是非洲中部、西部及东部所有生物生活的生物群境。那时，地球的地质构造运动在非洲大陆的东部制造了一条从北至南的裂缝，东非大裂谷由此形成。沿裂谷西部两千米的地方生活着小型猿猴类，它们并未受到主要气候变化的影响，当时占主要地位的湿风仍然来自西部。反之，覆盖不足的非洲东部的森林慢慢地变为了大草原，然而，这时候生活在东部的小型猿猴类因为裂缝造成的巨大阻碍而无法折回到西部。这些猿猴类最初都是树栖型的，现在必须习惯于生活在长有高大草本植物的草原上。因此，它们开始养成了经常直立于它们后肢上的习惯，以便确定可能的捕食者的袭击方向并监视它们的行动。这些历史久远的猴类正是南方古猿和露西的祖先。这时候，它们已经不再受行动束缚的前肢就可以被用于其他的任务当中，而灵长类动物长有的与其他趾头相对的足趾在那时候也已经能够被它们灵活运用了。

这个由科庞在20世纪80年代提出的十分具有创造性的气候变化理论在1995年时失去其合理性。因为在非洲乍得

① 伊夫·科庞的著作《猿、非洲与人》。

(Tchad)发现了一具350万年前的南方古猿化石，它是由法国考古学家米歇尔·布吕内(Michel Brunet)在乍得也就是大裂缝西部2 500千米处发现的。尽管亚伯(Abel)(这具化石的名字，属南方古猿羚羊河种)的发现并没有驳倒科庞的理论，但还是导致了疑问的产生：因为亚伯或许并不是独自存在的。我们再来看看自2002年夏天以来的其他一些发现，恩贾梅纳大学的化石搜寻者Ahounta Djimdoumalbaye发现了一个700万年前的人科的不完整颅骨。而它身上具有通常在双足行走的人科身上才能发现的解剖特征。乍得当局将其命名为托迈，在悠久的戈兰语历史中它代表"生命的希望"的意思。在朱拉卜(Djourav)沙漠里，人们为在干旱季节前出生的孩子取这个名字。接下来，布吕内和他的团队给托迈起了它的学名，即乍得撒海尔人。科庞自己认为，"东边的故事"之所以会被驳倒，是因为南方古猿并不是只占有裂谷的东边。但是这结论或许太匆忙了？西边发现的2具化石比起东边发现的3 000具更有决定性吗？未来会告诉我们答案。并且，气候变化影响的解释仍没有被驳倒。早在500万年前，整个非洲的气候变得更加干燥。不管是东边还是西边的热带森林不是缩小就是直接消失了，它们被荒原或是草原所代替，而古猿们不得不去适应这些新情况。

这些人科没有制造工具，尽管它们可能调整工具，就像黑猩猩将木棍上的树叶摘掉再用它来打下在高处够不着的水果。但看起来它们没有做过真正的工具，也就是说用一种工具来制造另一种工具。

但是雷蒙德·达特试图将"使用工具的时期"与猿人联系起来，因为这时候，工具仍被看作是人类的特征。但是根据其所具有的相似性，并不是完全没有证据的，我们可以发现有一个中间

阶段，即以这些“原始人类”（南方古猿）使用原始工具为特征的一个文化阶段（央格鲁·撒克逊意义上的“文化”）。而达特接下来就在德兰士瓦省中部的马卡潘斯盖发现了“原始工具”，还在那里发现了成堆的残骸、残余的食物、骸骨（如羚羊的股骨和颅骨）和小羚羊的牙床骨及甲状软骨角。达特研究了7 189块骨、齿和角膜[①]的碎片，确定了数据并总结说，这些碎片是被运送到这个地点的，并且这些运送是具有选择性的。事实上，在马卡潘斯盖所发现的羚羊的肱骨要大大多于一个头仅长有的两个肱骨。达特认为，普罗米修斯古猿对于非蹄形动物及非牛科有蹄形动物的颌骨非常有兴趣。这些动物的头部与肢体被分割开来，然后被运往洞穴里。同样的方式来看，羚羊的肱骨要远多于正常的一头羚羊长有两个肱骨的数量，因此达特认为这些肱骨是特意挑选出来并运到这里，被当做短粗的棍子和大头棒来使用的，颅骨内面可以用来当作可用的器皿，甲状软骨角可用来做匕首，特别是下颌骨，它被用作锯子来切割要进食的动物尸体……

一些人将达特所提供的数据戏称为“达特数据”。现在无法确定类人猿的数量，但是人们认为之后的能人（Homo habilis）[②]是最早出现的人属动物，从他们起开始了古人类向真正意义上的人类及直立人的演化。正是他们最早制造并使用工具——切割器[③]。从此之后，人类的发展开始有了摆脱严峻气候条件的能力。

---

① 这些碎片包括骨头（os，本词来源于希腊语的 *ostêon*）和牙齿（dents，来源于 *odontos*）及角质物（cornes，来源于 *keras/keratos*）。

② 能人（Homo habilis）：来源于拉丁语中的 *habilis*，表示有能力的。

③ 切割器（Chopper）：来自英语中的 *chop*，表示切割。能人所制造的切割器是仅使用一头的石片。

寒冷时代的文化

上新世——更新世[1]时期的第一代冰期——并没有对非洲东部的先原人产生很大的影响(多瑙[2]第一冰期,Donau I,距今300万年;第二冰期,Donau II,距今250万年;第三冰期,Donau III,距今200万年)。如果将来古人类学家又重新确定人类的发源地,那么该断言可能还需要重新审视,但是对于第一批人属(Homo)种类出现的地理位置的确立,那是无需质疑的。而他们的后代则需要去经受严酷的寒冷气候,对于其中一些来说,他们甚至要经历亚北极气候。这可能就是距今100万年至70万年间的恭兹(Günz)第一冰期和第二冰期时一部分猿人所经历(pithécanthropes)的情况。

1866年,狂热的达尔文主义支持者、德国生物学家艾伦斯特·赫克尔(Ernst Haeckel, 1834—1919)曾预言,印度及巽他群岛上有可能将会发现人猴的化石;而当时这些地区似乎不具有拥有人猴化石的必要条件:未在冰期中破坏的土地和现时的高级猴类。赫克尔将这些生物命名为猿人(Pithecanthropi)。具有法国远系血统的荷兰军医欧金·杜波艾斯(Eugene Dubois, 1858—1940)深受达尔文和赫克尔理论的影响,于1890年前往爪哇群岛进行考察。他花费几个月的时间钻研形成于梭罗河岸的地层,在那里他发掘出一颗牙齿,随后又挖掘出一个头盖骨和一个大腿骨,并将新发现的生物命名为直立人猿(Pithecanthropus erectus)。在他看来,对这个新发现的生物的命名传达了发掘者的困惑,它有着"所谓的猴人"之意。几十年之后,尤其得益于夏尔丹(Pierre Teilhard de Chardin)(1881—

① 更新世:来源于希腊语 *pleistos*,意为多量的;*kainos*,意为新的。

② 多瑙冰期:多瑙河。多瑙冰期之后的上新世——更新世冰期,由多瑙河的支流命名:恭兹、民德、里斯和玉木冰期;各冰期的痕迹首次发现于该地。

1955)对北京猿人的研究,科学联合会将直立猿人归入人类,重命名为直立人(Homo erectus)。

猿人生存于170万年(比很多作家描写地要早得多)至40万年前之间。他们头颅的形状和我们现代人相似,有着突起的眉弓,枕骨的关节边缘,低低的颅顶……他们在100万年前移居至亚洲,然后陆续向欧洲迁徙,一直到今天的英国南部、荷兰、丹麦南部、土耳其和高加索。有论断指出,直立人在亚洲生活了200万年,但是此论断争议很大。他们使用石头的技艺比能人所使用的史前斧头和砍器[①]要复杂得多。直立人的石器有三个对称的平面,被认为是真正可以使用的双面石器。然而,当时地球上很多地方还没有出现双面石器;这些地方的猿人将能人的成套石器保存下来并加以改进,还包括一些被凿出来的碎片工具。我们在亚洲东南部的中国(北京人并没有凿出真正的双面石器)、匈牙利,甚至英国(属于西北欧的克拉克当[②]旧石器,很多工具用碎片构成)都发现了这种情况。

然而,实际上,对火的征服才是猿人进化成人类最重要的一步:火可以保护猿人免遭野兽的侵袭,可以延长食物的保存时间,还可以让猿人在较严寒的非洲东部生存下来。火的使用可以上溯到100多万年前,据伊夫·科庞[③]的研究,大约是140万年前。但是这个观点颇有争议:一些人认为最早的火的痕迹来源于大自然,而人科对火的征服时间仅仅在40万年前而已。不管怎么说,猿人已经找到了一些其他的方法来改造他们的环境,借此他们甚至可以抵御偏北地区的气候,如他们建造茅屋、岩洞和雨篷;穿上皮革的衣服来抵御寒冷,以及在夜晚用皮毛制成的

① 砍器是一种由鹅卵石的一部分制成两面的石具。
② 根据英国的克拉克当命名。
③ 伊夫·科庞的著作《猿、非洲与人》在上面所引。

被子御寒保暖。

古人类学很少涉及有关文字书写和思想形态的历史，但是今天人们关于这方面知识的了解在逐渐清晰：这些遥远的祖先长着猴子般的面庞，过着比原始生活高级的群居生活，在以前，他们并不曾被看作是人类或者只是勉强被称为人类，直到 20 世纪初，人们才认为他们其实更接近现代人（Homo sapiens）。但是关于他们是如何组建小群体的，人们至今对此还存有困惑。面对如此恶劣的自然环境和剑齿虎之类的凶残厉害的肉食动物，这些毫无装备的人们需要利用多么智慧的本领才能使自己的群体延续下去！而对于生存了 150 万年的直立人来说，他们又经历了怎样的发展过程！

第三纪末期，欧洲的气候不再炎热。然而，乳齿象、斑马、河马、野马、黇鹿、洞熊、犀牛、剑齿虎和巨型海狸的数量还是很多。第四纪初期，只有短剑齿虎属（Machairodus）和乳齿象灭绝。之后，巨型海狸也消失了，而大象的数量却在增长，随之而来的冰期使它们存活了下来。非洲的动物区系在与今天相似的气候中发展，而这种气候只是在表面看上去很奇怪：非洲的河马和大象并不比欧洲的更特别。这些动物在非洲幸存下来，而在欧洲，它们无法忍受冰期，更不用说还要面对越来越多且越来越聪明的猿人的捕食。

在第四纪冰期体中，四部分冰期共同影响着地球。这些冰期包括恭兹的阿尔卑斯冰期（120 万年前至 70 万年前）、民德冰期（60 万年前至 40 万年前）、里斯冰期（三次极端变冷时期：30 万年前、20 万年前和 10 万年前）和玉木冰期（四次极端变冷时期：8 万年前的玉木一期、4.5 万年前的玉木二期、3.2 万年前的玉木三期、以及不到 1.8 万年前的最寒冷的玉木四期）。这些冰期分别与内布拉斯加州、堪萨斯州、伊利诺伊州和威斯康辛州的

北美大陆冰期相关联。与恭兹冰期相关的欧洲大陆冰期的观点颇有争议，而厄尔斯特冰期（现代民德冰期）、萨勒河冰期（现代里斯冰期）和维斯瓦河冰期（现代玉木冰期）的论断被证实。这段时期由连续几段极端变冷的时期凸显出来（恭兹冰期的第一、第二期，民德冰期的第一、第二期，玉木冰期的第一、第二、第三、第四期，等等）。

冰期和间冰期的温度变化产生了重大的影响。而今我们正处于间冰期，高山冰川和大陆冰川的体积约有 2 500 万到3 000 万立方千米，而在约 1.8 万年前，离我们最近的冰期中，冰川体积最大时达到了 7 000 万到 8 000 万立方千米。这意味着以前的海平面比现在的海平面低约 120 米，今天是陆地的地方以前是被海水淹没着的；过去，我们可以从法国步行到英国，日本和小巽他群岛与亚洲大陆相连，澳大利亚和新几内亚岛相连。今天被海水淹没的一些地区在以前可伸出海平面 150 千米！这些观点为我们了解现在的动物区系和植物区系的地理分布起到了至关重要的作用。我们再一次看到，气候条件是怎样塑造了地球表面的生命。

显然，连续不断的海退和海进造成了海生生物（脊椎动物和无脊椎动物）的灭绝，而酷寒气候又造成了陆地动物的灭绝。不过，这次的物种灭绝并没有先前几次生物灾难那么严重。

将冰期看作是人属种类文化进步减缓的时期，这种观点是错误的。相反，我们认为：环境越恶劣，他们越需要发明创造以及采用新的办法来解决问题。正是在里斯冰期，人类征服了火。

然而，在法国，除了在瓦隆内（滨海阿尔卑斯省 le Vallonnet, Alpes-Maritimes）岩洞中发现的距今 90 万年（恭兹一期 Günz I）和在法国中央高原索来雅克（Soleilhac）发现的距今 80 万年的一些工具之外，我们对民德冰期的古老工具认识甚少。在诸

如恭兹冰期的其他一些时期里，置于土地表面的用具由于“泥流作用[①]”的侵蚀而变形或被毁坏。在恭兹—民德（内布拉斯加州—堪萨斯州 Günz-Mindel Nebraska-Kansas）间冰期，一些“古老”的动物占据着统治地位：黄鹿、剑齿虎、大象、原马、河马和犀牛。在欧洲，古猿人的组合工艺有民德冰期的磨尖的大型双面器（“阿布维利”[②]工艺）。之后在民德—里斯间冰期，“阿舍利”[③]文化发展繁荣起来，有着从开始的软撞锤凿器的发明到最后的勒瓦娄哇[④]（Levallois）的开料。里斯冰期的人类文明最为突出，它一直延续到里斯—玉木间冰期，历经 8 万年。

动植物群的种类随着冰期的扩大而显著增加，而纬度的变化也有影响：在北边，植物风貌是冻土地带，然后是泰加森林（沼泽森林、松树林、桦树林、赤杨林……），再是树脂林和阔叶林（山毛榉和橡树林）。西欧的天然屏障（比利牛斯山脉、地中海、阿尔卑斯山脉）使植物区系和与其相对应的动物区系很难蜿蜒至南方，于是最脆弱的生物种类就消亡了。这种地理状况还解释了为什么今天南美的生物多样性最为丰富，正是因为那里的山脉是南北走向的，这样就使得繁衍至南方的生物群落少受严寒的侵袭。

在里斯—玉木间冰期，我们的祖先在北方捕食麝牛、驯鹿、猛犸象和亚洲象（elephas primigenus 北方品种）。在今天的亚北极区，他们与狼和狼獾竞争，捕食旅鼠、北极狐、雷鸟、各种野

① 受阿基米得（Archimède）推力作用（同样作用于土地）的影响，被掩盖的物品会翻到土地表面；这也是为什么花园和耕作的土地上会不断有新石头出现。

② 此工艺由法国考古学家佩尔特斯（Jacques Boucher de Crèvecoeur de Perthes, 1788—1868）在阿布维利附近发现。

③ 根据亚眠东南部郊区的圣阿舍尔命名；此工艺由当地医生里戈洛博士（Marcel-Jéôme Rigollot, 1786—1854）发现。

④ 软撞锤（由硬木，兽角制成）的使用让开凿变得更精细更准确；从一堆（原子核 nucleus）特殊布置的材料里，勒瓦娄哇开料可以让人们选择制成精细的薄片，大型的碎片和三角形的刀尖：从此，工人可以从各种准确的形状里看出不同的功效。

兔和大量的雪鸮属的猫头鹰。往南面，驼鹿、貂和松鼠统治着树脂林，阔叶林中有大量的鹿、美洲野牛和原始披毛犀。再往南，有野马、原牛、鹿和狍子。最后，在地中海地区，除了上面说到的物种，还生活着古象(elephas antiquus)、黄鹿、驴和默克犀牛①。

在捕食的过程中，阿什利人捕获了大量的动物。这意味着他们有精细的战略，清晰的语言，在接近猎物时可能有一些特定的语言符号，而且还可能会建造陷阱和地沟。我们可以看到他们当年屠杀动物的地点和切肉的工作间。他们的文化并不保守，而且在持续不停地发展。虽然其工艺精细程度要逊于上一个历经 10 万年繁荣的文明时代，但他们的工艺其实已经相当精美了。尽管这些直立人的相貌较粗野：厚重的头盖骨、后倾的前额、帽舌般的上眼眶、没有下巴或只有很小的下巴，但他们却在极端的环境下，成功地拥有了作为一种生物最重要也是最难得的能力，那就是生存能力。现代人种(现代穴居人 Homo sapiens neandertalensis，尼安德特人和全部现代人 Homo sapiens sapiens，即现代人类)出现于 10 万年至 15 万年前。一些人认为直立人生活于 30 万年前，比尼安德特人要早得多，并将这些古现代人命名为"前尼安德特人"；鉴于一些新的发现和对人类支系理论的频繁改动，这个间断的论断显然是靠不住的。不管怎样，直立人是猿人的后代，尽管我们很难清晰地将这两个物种区分开来。

现代人类的解放

1830 年，居维叶(Cuvier)男爵宣称不存在人骨化石，因此人

① 安德烈·勒努·古朗(André Lenoi-Gourhan)：《史前的捕猎者》(*Les Chasseurs de la préhisoire*，1983 年)。

类的历史其实并不久远。然而，在仅仅 2 年之后的 1832 年，我们开始相信康斯达(Canstadt)头颅化石和英格斯(Engis)头颅化石有着相当长的历史，它们分别于 1700 年和 1829 年被发现于斯图加特附近和比利时的默兹山谷；而这些化石在当时被认为是由于病理引起的反常头骨。

1856 年，在杜塞尔多夫附近的尼安德溪谷的一个小山洞里，人们发现了一架被解剖学家们认为属于异常的骨架，首先是其反常的头盖骨，而尤其是那巨大的眉弓和骨架上其他特别厚重的骨头。

1870 年，有着一种温和种族主义色彩的科学推广者路易斯·菲吉耶(Louis Figuier，1819—1894)也表达了这一困惑："对于这个头骨，下萨克森(Schaafhausen)教授指责它的智力应比最不受大自然惠顾的黑人还要低下，另外，它是所有已知的人类头骨中最具兽性的。但是别斯科(M. Busq)和伯纳德·大卫(Bernard-David)从各自不同的角度都认为此头骨最接近现代人种类。格腊提奥累(Gratiolet)教授在巴黎的人类学协会呈上一个现代的弱智的头颅，并指出了尼安德人头骨的所有骨科特点。最后，来自权威机构的古人类学家普鲁纳·贝(Pruner-Bey)提供了令人满意的证据，证明了尼安德人头骨的所有部分与凯尔特(Celte)人头骨相同。"[1]然而，布歇·德·彼尔特(Boucher de Perthes)关于"洪积层人类"的观点已经占据一定的地位，因而科学界在这个发现不久之后接受了隶属尼安德特人的后代的观点。

玉木冰期的气候在 8 万年前至 1.2 万年前产生了深刻的影

① 路易斯·菲吉耶(Louis Figuier)：《原始人类》(*l'Homme primitif*)，1870 年。

响。这段时期极其寒冷，但伴有稍微暖和的时候。尼安德特人对这样的波动和突发的酷寒有着很强的适应能力。一些人注意到他们矮小的身材、矮胖的外形和扁平的面庞，认为这是对寒冷的适应结果。此时，生态学家们确定了一些生态地理学的规律，将气候级度与同一物种的外形变化联系起来；其中一种规律就是平均身高和最大长度（包括耳朵、手脚和尾巴）在高海拔地区会降低，这样可以减轻物种热量的消耗[①]。不过，我们在欧洲之外也发现了其他的尼安德特人：亚洲中部、远东、更晚一些时还出现在非洲大陆上。

莫斯特[②]工艺通常与尼安德特人相联系。然而在远东，现代人（Homo sapiens sapiens）创造了同样的文明。这是否意味着在当时这个地区的自然环境中没有必要创造出更先进的文明？我们还不知道答案，但不管怎样，旧石器时代中期（10 万年前到 3.5 万年前）的工艺展示的是这样一个情况。这一时期的工艺与阿舍利文化时期的相比，工具更加多样化：尽管双面器不多，却有大量的刮刀、小刀、剁肉刀和针。同时，这种衰落了的工艺也具有各种文化特色，如一些部落创造出“奎宁”（Quina）类型的难得的全套工具（在夏朗德省），又如“拉费拉西”（Ferrassie）类型的工具（多尔多涅省），它是由勒瓦娄哇（Levallois）开料制作的更精细的工具；再如刮刀和针，没有双面器的莫斯特类型等。令人奇怪的是，人们在不同的环境中（如法国西南部的山洞和岩洞与北非平原上的一些地方），发现了同样的全套工具。这个观点也可被反之解释为：不同的工具说明了对不同环境和不同季节的适应状况。

① 气候对一些物种的颜色也产生影响，它们的颜色在潮湿的地区要比干燥的地区鲜艳。

② 以多尔多涅省（法国）的莫斯特城（la ville de Moustiers）命名。

人们无法理解莫斯特文化中的石窟壁画艺术，但这并不意味着尼安德特人不具有艺术创作的能力。他们成套工具的一些部件所具有的最完善的对称考虑，说得上是他们艺术创作的标志。在法国和远东一些地方的莫斯特文化中所发现的矿石染料（锰，赭色染料，红色染料）也证实了这一假设。

尼安德特人在 4 万年前至 3.5 万年前之间突然消失。最广为人知的假设有：由于遗传学的原因，瘟疫选择性地将尼安德特人灭绝，全部"现代"人都被消灭了，抑或是因为他们没有能力与其他人种竞争捕食或筑造房屋而逐渐消失，这些都是经常被提出的解释，而很多史前学家也认为这些解释并不相互排斥。如今，出现了另一个假设，它的影响还不大但是较被科学协会所接受，认为是由于与全部现代人杂交，尼安德特人的特点才逐渐消失的。据所知，这种杂交的次生物具有很强的适应能力。相比尼安德特人，这种被命名为克罗马侬人（Cro-Magnons）①的人种个子更大，身材更苗条，被证实是 10 万年前生活在远东地区的现代人种。他们后来征服了整个世界。除了南极洲，地球上再也没有其他地方因为环境或气候的问题而阻挡人类的生存发展②。

反过来看，正是在极端的气候里，人类经历了整个人类历史中最重要的几万年。实际上，在第四纪连续的几个冰期里，人类完成了对 1492 年以来被称之为"新世界"（le Nouveau Monde）的领域的征服。

大约 3 万年前，一些人认为可能甚至是 7 万年前，即早在哥伦布（Chritophe Colomb）航海之前，来自亚洲的一些部族就通

---

① 根据多尔多涅省（Dordogne）的埃其耶（Eyzies-de-Tayac）的克罗马侬地点命名。

② 人类 2.5 万年前抵达日本岛，4 万年前又占据了澳大利亚。

过白令海峡(le détroit de Bering)向对面的大陆行进。由于受到其他外来民族长达几千年的欺压(其中一些成为了后来远东的西伯利亚人),一些游牧民族也被迫来到了这片自由的土地。今天白令海峡的深度不超过 50 米。然而在玉木气候的几个时期里,海水的下降使海峡成为了深达 1 500 千米的地峡,我们有时把它叫做“白令地峡”(Béringie),那时,数以千计脆弱而又顽强的游牧部族穿过白令地峡,新大陆迎来了三四次连续的迁移高峰。对此,人们又有了几个新的疑问:在白令地峡形成时,劳伦西山脉(les Laurentides,位于加拿大东北部)上和北美山脉(la Cordillère,位于加拿大西北部和今天阿拉斯加的南部)上接合的冰川允许他们通向南面吗?在间冰期,当冰川断裂成两个冰盖,从而让地峡能够通行时,白令地峡已经被海水淹没了……今天又有了新的疑问,那就是,这些亚洲部族能够单靠步行穿过沿海的欧石楠和矮小的柳树林吗?他们能够在冰川上前行吗,或者他们使用了简易的小船?抑或他们能将几种方法一起使用?

不管怎样,他们需要利用短暂的北极之夏,冒着寒风和薄雾穿过通道。太早或太晚启程都会面临部族灭亡的危险。但想象一下,当时大概没有人知道,踏上阿拉斯加的西端,等待他们的将会是绵延 16 000 公里长的大陆,这点想起来着实令人惊异……

在最多变和最极端的生存环境下,这些部族将他们的文化传播开来并且使之多样化。他们创造了辉煌的文明,例如中美洲的奥尔梅克文明(Olmèques)和特奥蒂瓦坎文明(Teotihuacan);组织有序的帝国(墨西哥中部的阿兹特克文明 Aztèques、尤卡坦半岛 Yucatan 的玛雅文明 Mayas、秘鲁的印加文明 Incas),还有人口众多的美洲印第安人祖先——古印第安人。虽然众多古印第

安人遭到灭绝，但仍有一部分存活至今，包括格陵兰和加拿大北部的因纽特人(Inuits)，森林里的易洛魁人(Iroquois)和休伦族人(Hurons)，北美大陆大平原和亚热带森林里的苏族人(Sioux)、夏克塔人(Chactas)、切罗基人(Cherokees)、森密诺尔人(Seminoles)，美国中部的盖丘亚人(Quichuas)、卡里人(Karibs)，南美的瓜拉尼人(Guaranis)、图皮人(Tupis)、阿劳士人(Araucans)和巴塔哥尼亚人(Patagons)。①

说到"史前史"，它是指人类社会文字首次出现之前的历史，而美洲大陆的史前史一直到哥伦布发现新大陆才结束。科学家们也借助其他标准来确定史前史的终点，比如以陶瓷业的出现为准等。就如我们可料想的一样，在美洲的两个大陆上，人类社会演变的一般特征与全球的气候变化有关。而对于所有的大陆来说，冰期是同时性的。那么我们就可以推断，各人类社会的发展具有相似性。但是，各地区社会的发展模式和节奏也有着很多的独特性。因此，认为美洲的史前史直到第二次世界大战才进入到真正的科学范畴，这一观点显然是没有道理的。

由于缺少证据，威斯康辛冰期(与玉木冰期同期)初期时，美洲是否出现了人类社会这一问题仍颇具争议。7万年前，尼安德特人穿越了白令海峡，但是我们没能找到哪怕是最微小的痕迹。至今，人们仍在激烈地讨论在加拿大和阿拉斯加交界处(位于育空河的次支流，老乌鸦地层)发现的工具是否制于2.7万年前。反之，我们在中美洲和南美洲发现了2万年前人类的痕迹。大量材料证实了1.7万年前人类的存在。如果我们相信

① 大部分部落社会和其周围的环境和平相处。由于他们拥有较多的资源，所以除了一些之外，他们的思想范畴里很少涉及积累、利用、思辨和开拓的概念。虽然他们的社会有高度组织体系，但是面对诸如15世纪末的"开拓者"等具有压迫侵略性质的社会，他们还是不堪一击。

在 1.4 万年前的巴塔哥尼亚(Patagonie)出现了智人,那么我们有理由认为他们对北美大陆的征服应该提前到 4 万年前。

而在欧洲,情形则大不相同。至今约 3.2 万年的玉木三期(Würm III)时,仅剩下智人这一个种类:尼安德特人已经灭绝。后期旧石器时代[①]的艺术发展了起来:有在猛犸象牙上雕刻的人体像,尤其还有在岩洞的石灰岩块上对动物和女性外阴的绘画。

即使是气候寒冷的时期也从来没有阻止技术和艺术的发展。安德烈·勒努·古朗(André Leroi-Gourhan)(1911—1986)曾指出,从 1 千克的打火石中,阿比维尔人可以制取出 10 厘米有用的刀刃,阿舍利人(猿人)的为 40 厘米,莫斯特人(尼安德特人)的可达 2 米,马格达莱纳[②](高级旧石器晚期)的智人可以制取出的刀刃长达 6 到 20 米[③]! 而马格达莱纳时期与玉木四期(Würm IV)同时,正是冰期最冷的时候。

在史前考古学家命名的"驯鹿时代"中,即 3.5 万年前至1.2 万年前之间(最后一个冰期的末期),尽管这个时代经历了玉木三期(3.2 万年前)和四期(1.8 万年前),文化的发展却取得了巨大的进步。除了象形艺术的初级形式外,奥瑞克纳人还发展了打火石开料的精细技艺:长而精致的修饰和专业的全套工具(例如刨制骨棒、标枪柄、锥子、别针、压光机和有洞的棍子的新月形薄片——可能是为了矫正发热的驯鹿角,等等);他们还发明了主要用于缝制短标枪的骨制技艺,这些短标枪经常用于驯

---

① 根据法国上加龙省(la Haute-Garonne)的奥瑞纳克(Aurignac)命名。

② 根据法国佩里戈尔(le Périgord)的临近萨尔拉(Sarlat)的玛德琳(Madeleine)村庄命名。

③ 安德烈·勒努·古朗(André Leroi-Gourhan):《史前的捕猎者》(*Les Chasseurs de la préhistoire*)。

鹿角制作——在这里明显可以看到工艺的材料与气候之间的关联。

梭鲁特时期(le solutréen)①出现了一种谜一般的"月桂叶",它是如此精细以至于我们难以想象它的作用。一些史前学家认为,它是界于最先进的精细技术和艺术之间的作品。安德烈·勒努·古朗(André Leroi-Gourhan)提出了一个比较可信的假设:"他们欲将它所产生的相当大的速度传递给标枪或箭,但它没能有效地帮助实现他们预计的效果。"②梭鲁特人又另外发明了推动器,但与弓不同,我们能确定驯鹿时期推动器就已经存在。

1.8万年前,气候开始逐渐变暖,如同拉斯科社会(Lascaux)和阿尔塔米拉社会(Altamira),马格达莱纳社会经历了这些大幅度的气候变化并作出了成功的适应调整,他们为世界献上的令人赞叹的头骨艺术表达了他们内心的尊崇。而经受了几次极冷的时期,他们按照动物群的演化来使工艺技术变得多样。打火石的直接使用则变少了。从那时起,打火石工具变得小得多,而且它被用来加工骨头,准确地说,是加工鹿角和皮革。用骨头制作的成套工具变得十分精细:他们发明了有针眼的针具,且针眼精确到了十分之一毫米;作为纯粹的人造物,这已经是非常了不起的了;又例如,他们用皮革和皮毛制成的衣服、被子和捕猎营房可能比尼安德特人的更轻且更加防水。他们还拥有各式各样的装柄标枪,并改进了推动器和鱼叉。这些带齿的鱼叉可能根据捕食动物的特性而进行了改进。有着带绳的顶部且可以拆卸的鱼叉可能是用来捕捉鲑鱼的。他们还有大量的硬骨抹刀、

① 根据法国索恩·卢瓦尔省(Saône-et-Loire)梭鲁特(Solutré)命名。

② 安德烈·勒努·古朗(André Leroi-Gourhan):《史前的捕猎者》(*Les Chasseurs de la préhistoire*)。

鸡心形挂件和象牙小雕像。大型的顶骨工艺品随着时间变化而变化：当接近冰期末期时，气候开始变得干燥，驯鹿和猛犸象越来越少，而原牛、马和鹿的数量则越来越多。

尽管高级猿人的种群有各自的发展节奏，但根据对气候级度的适应模式和他们自身社会的演化，仍可以认为他们还是都经历了可比较的阶段。比如说，3 万年前，又特别是 2 万年前以来，在美洲大陆，随后在非洲，都出现了象形图像。而马格达莱纳文明开始在欧洲大部分地区出现。可以说在世界各地，各种大型的工艺文明的转变都与气候的变化有关。

文化的发展显然与气候变化有关。比如在今天的乌克兰，大草原上树木稀少，所以少有木头建筑。因此，从前猛犸象的巨大骨骼曾被用来建造较耐用的房屋：直径大约 6 米的地基由头骨和下颚骨建成，屋顶由猛犸象的长牙，驯鹿的角和尖木头组成。由泥土来填塞好缝隙，再由皮革包裹。入口则由猛犸象的巨大长牙建成尖顶穹窿。建成这样一座建筑需要二十头野兽。在别处，岩洞和地基低洼的住房则是当时的主要建筑。

一个主要的观点认为，森林是不会变动的。更新世中很多生存于寒冷气候的典型动物因为不能承受气温的升高而灭绝或迁徙到别处，如猛犸象、长毛犀牛、巨角鹿、驼鹿、狼獾和雪鸮属猫头鹰。驯鹿、旱獭、雪鼠、熊、猞猁、原山羊、臆羚和阿尔卑斯野兔避难于高海拔地区或逃到山谷中，一些部族的人则跟着这些动物迁徙。一部分驯鹿移居至欧洲北部，狮子、豹和斑点土狼退至南部，狼群数量增加。至此，人类除了捕捉原牛，还捕猎小野兽：野猪、鹿和狍子。他们采集水里的蜗牛、浆果、蘑菇和可食用的树根和植被。最后一批马格达莱纳人将“细石器”技艺传给了他们的直系后代。这些混合工具可以将打火石的细小碎片并列插入木头杆中。它们尤其可用简陋却高效的锯子来切割捕获

的动物的尸体。我们还发现他们为了装戴这些带柄的工具，用鹿角制成了套子。不久之后，"阿齐尔人"(aziliens)[①]发明了弓、箭和钓鱼钩。

辉煌的马格达莱纳文明随着气候和生物的发展变化渐渐消失。他们曾拥有更多的象牙塑像、骨制雕刻、排列的野兽顶骨制品和底色为赭红的年幼小手。山洞就要关上，120 个世纪以来夜幕降临到原牛深色，而火堆摇摆不定的微光照耀了几千年的历史。

① 根据法国阿列日省(Ariège)的(Mas-d'Azil)命名。

第二部分
当气候遇见历史

第五节　地里劳作的人

庞大的大陆冰川正在融化，斯堪的纳维亚半岛(Scandinavie)出现了！覆盖了18 000年的巨大冰川在10 000年后分裂成两块冰盖。这意味着维尔姆冰期(würm)后在快速变暖：在距今14 000至11 000年间，海平面升高了100米。对于这种变暖的速度非常适宜的气候是波令冰期(Bølling，距今14 000至13 000年)，尤其是阿勒罗德冰期时期(Allerød，距今12 000至11 000年)。波令和阿勒罗德是丹麦的两个村庄，在美国，阿勒罗德被称为"两条小湾"。从此以后，年代更加精确，因为从距今14 000年起，花粉化石比维尔姆冰期时更加丰富，对它们的系统研究变得愈加容易，也增加了提高编年表精确度的可能性。然而，对于中石器时代的推算2 000年来各不相同。事实上，我们推算的并不总是精确的。当碰到某个过程中体现的特征是与之前的不一样的(比如某种植物的存在)，或者当碰到无可争辩的特征(这种植物的纯优势)，如今科学家只有通过精确的时代顺序才能推算出这个时期发生的一些大事件。

同样地，我们知道加来海峡(le pas de Calais)出现于距今

9 000年。一个世纪以后,北海涌入波罗的海,最初只是一个湖泊。随着斯堪的纳维亚半岛的渐渐形成、扩大,它和波罗的海分开,而波罗的海直到距今 7 300 年前才重新成为海洋。接着,地中海穿过达达尼尔,投入马尔马拉海,连接博斯普鲁斯海峡,使大约距今 8 000 年前的湖泊成为黑海和亚述海。冰川晚期和冰后期的变暖并非是持续不断的,其中也有冰期的出现:仙女木期Ⅱ或者叫老仙女木期[①],(这是波令—阿勒罗德冰期的间冰段,大约距今 12 100—11 800 年);仙女木期Ⅲ或叫新仙女木期(约距今 10 800—10 000 年)[②]。占多数的松树和桦树成了森林的重要组成部分(距今 10 000—9 000 年前);气候学家把这时期形成的气候归为"前北方期"。接着榛树和松树形成了更茂密的森林,形成了更温暖、干燥的北方期气候(距今 9 000—7 500 年前)。而后,距今 7 500 至 4 500 年前,出现了由橡树、椴树、槐树和榆树组成的茂密森林,形成了温暖、潮湿的"大西洋气候"。

气候变暖开启了人类历史上最重要的时期之一:中石器时代。这一关键的时期处在马格德林时期晚期和新石器时代[③](néolithique)初,宣告了阿齐尔文化的开始。一些学者喜欢用"晚旧石器时代"来描述旧石器时代的第一时期,而用"前旧石器时代"来描述第二时期,以此拒绝认同中石器时代是两种不同取食方式过渡期的这一想法。马格德林时期狩猎、采摘和收集蜗牛的方式以及新石器时期耕作、畜牧的方式都明确表明了他们的生存方式。根据这些作者,第一时期的工具很多都同旧石器

① 仙女木期:科植物的一种名字(仙女木),生长在高纬度地区的苔原。

② 被称作"很老仙女木期"(仙女木期Ⅰ)位于丹麦和荷兰之间,距今约14 000至13 200年。一些作者拒绝承认仙女木期Ⅱ的存在,只承认这期间有两个而非三个冰期带,这成为一个疑问。

③ 新石器时代(néolithique):希腊语 neos 意为新,lithos 意为石头。同旧石器时代一样,"新石器时代"也是有约翰·卢伯克(John Lubbock)命名的。

时代末期相似。我们碰到了历史连续性的问题：历史的变迁究竟是逐渐变化的还是突变的？因为资料的不详尽，这一问题之于史前学更加难以解答。似乎很久以来，很多学者拒绝亚里士多德关于一样事物和它的对立面不能同时成真的相互排斥理论，通过把中石器时代划分成晚旧石器时代和前旧石器时代解决了难题。但随着阿齐尔人的进化，研究的困难在不断增加。

阿齐尔人的食物来自温带动物：鹿、野羊和野猪。事实上，他们用石头做的工具和马格德林时期的非常接近，比如用作刀的燧石薄片；用特殊工具，比如微晶矿处理过的碎片：刮板、刮刀、凿子和针。随着用骨头和鹿角做的工具的多样化——阿齐尔人发明了弓并用骨头做了反面呈棱形的剑，两者渐渐被区分开来。同时这些工具也变得越来越复杂，根据目标物种制作的带倒刺的鱼叉、有时在底部钻孔穿上绳、缝衣针、钓鱼钩。从法国北部的一处阿齐尔人遗址发现最后存在的狮子洞（Felis speloea）遗迹可以看出，当时的围猎需要精良的工具和精湛的捕猎战术。鉴于那时的法国人口约只有50 000人，史前学家认为当时的部落拥有着丰富的资源。

同样的，我们可以猜测到植物的改变也促进了捕猎习惯的改变，由于在寂静的森林中难以沟通，因而只能更偏向于独自狩猎；使用弓后，这种新的狩猎方式变得更加自在了。

雕刻在岩石上的作品随着马格德林时期一起消失了。但阿齐尔人留下了涂有红颜色的神秘卵石：剑尖、投射武器，还在骨头做的册子上描绘了当时的动物。在距今 10 000 至 11 000 年间，位于德国莱茵河右岸格耐斯道夫（Gonnesdorf）遗址的住宅里，人们发现了用雕刻过的板岩制作的石板，其中一些绘有人物图案（400 个女人和 200 个动物）。

只剩下一点痕迹的中石器时代住宅是轻小的，形状有长方

形、椭圆形和圆形，严格地说它们更像是厚重、牢固的帐篷。通过大约 10 到 25 平米的面积，很难确定这是否是我们今天所说的"家庭"，亦或是集体住宅。厨房方面，在当时的社会，妇女们有着很大的困难，除非有另行规定，否则必须先申请。除了直接在火炭上烹饪，没有其他方便的方法。人们还没有可以用来放在火上煮东西的器皿。在那时，用炉子将石头烧热，人们把肉片、鱼片、蜗牛放在石头上。而加热液体更难，大概是将烧热的石头放在用树皮或木头做的器皿里来加热液体。

仙女木期Ⅲ后，在很多地区出现了本已消失了的驯鹿，开启了一个温和、非常潮湿的时代。气候开始慢慢变暖，孕育了悠久、广博的阿齐尔文化[①]。她的名字来自洛特—加龙的一个镇：索维特，"索维特文化"发展的地方。阿齐尔人的祖先是游牧人：马格德林人在长期的放牧中跟随庞大的野牛、驯鹿群，设陷阱捕猎他们和猛犸、旱獭等动物。野生动物的迁徙习性还有待确认。但在马格德林文化时期的洞穴里发现了鬣狗的粪化石[②]，由此推算在人们居住前后，鬣狗曾出现过。也因为当洞穴被占满的时候，这是不可能发生的，因此可以得出结论：这种断断续续的居住方式是游牧生活。

另一方面，阿齐尔人曾尝试开始定居，但受到仙女木期Ⅲ冰期的阻碍。索维特人居住的地方有野羊、野猪、鹿、马、原牛、小野味(特别的兔子)和蜗牛[③]，但仍继续去往其他地方过着游牧生活。无论如何，总体的趋向是定居。人类群体的规模越来越

---

① 阿齐尔人聚集在比利牛斯山——尽管阿齐尔文化远播瑞士、比利时甚至苏格兰——索维特文化和塔尔德诺瓦文化(近中石器时代)远远超出了这个范围。

② 粪化石(coprolithe)：来自希腊语 Kopros 意为粪，lithos 意为石头，指风化的粪便。

③ 有些遗址有宽几米的蜗牛层。

小,3 个或 4 个家庭聚在一起成为一个 15 人左右的群体。狩猎时,助推器和标枪被弓和用松木、槐树或榆树做的剑代替。家养的狗不能追捕大的猎物。钓鱼时会用钓鱼钩和鱼叉。

现在的垂钓者不会再被如何钓各种鱼而烦恼:属温水鱼的鳗鱼、鳊鱼、梭鱼、鲈鱼、六须鲇、冬穴鱼、鮟鱇、鲑鱼;属海鱼的鳖鱼、鳕鱼、猫鲨、小鳕鱼、角鲨[①]、腭针鱼、箬鳎鱼、剑鱼、鳐鱼等。

微晶业很发达:微晶石形状很规则、精细、迷你,一些微晶石的长轴不超过 1 厘米。然而以前的技术因"保守的工艺"而被继续沿用,因此有理由相信那些技术是有用的。

我们猜想中石器时代人们的饮食体系是随着不同海拔的气候条件而变化的(在山上发现了羱羊的痕迹),也随着纬度的不同而变化:在欧洲北部发现的冰川下动物群比其他地区数量更多。遗址的位置对鱼和海类哺乳动物(海豹、海豚)的食用起了很重要的影响。在沿海地区,像葡萄牙的木格,发现了长十几里、宽几米的贝克(牡蛎)堆。在冰川融化后不断出现的海上的壮观现象让人无法得到马格德林时期海的具体信息,却可以想象他们知道一些古老的航海知识。不过,可以确认的是,从距今 11 000 年起,人类在地中海就有了活动。

中石器时代最基本的特点是植物食用的增长。那时越来越暖的气候使得人们的饮食习惯必然有所改变。浆果、野果的采摘,种子的食用经常可见。榛籽、胡桃、樱桃、橡籽成了当时美食的一部分。丰富的榛树解释了找到的大量贝壳,它们有时被放在住宅的花岗岩上烤。索维特人采摘了野菜、豌豆、鹰嘴豆、小扁豆、野豌豆等。在法国地中海的一些遗址中发现的大量丰富

① 角鲨是种小型的鲨鱼。

的豆科类种子说明了在中石器时代后期人们也从事农业活动。

这些变化，虽然不多，但却令人慑服：宣告了在人类历史上生活方式发生了史无前例的巨变。也是至今都无法超越的：新石器时代是人类历史上的转折点。这个全世界的普遍现象与全球气候变化有着直接关系。

新石器革命

距今约 10 000 年前，当法国西南部的中石器时代祖先们在阿勒罗德冰期变暖时期依然通过用弓和最原始的剑抓捕食物时，东方的野生禾本植物——各种各样植物的祖先——尤其是稻、大卖、黑麦、黍也开始受变暖的影响。这样的气候环境产生了不可计数的影响：在几千年中，猎人—采摘者的游牧群想要定居、建造村庄、耕种、蓄养家畜。人口学史学家估算距今约 12 000 年前，全世界有 500 万居民，在距今约 5 000 年前达到了 1.5 亿人口，这仅仅在是 7 000 年后！人口的激增显示了人类和自然新关系的成效：生产食物比采摘、收集、捕猎和钓鱼更具有生产力。

提出“新石器革命”的伟大史前学家、考古学家戈登·柴尔德(Vere Gordon Childe, 1892—1957)给予了现代的解释。生于澳大利亚，就读于悉尼大学和牛津大学，曾担任过皇家人类学院的图书管理员、爱丁堡大学教授、伦敦大学考古学院院长。作为一名马克思主义者，他非常重视物质生产和人类社会生活方式。他认为新石器时代是人类摆脱环境约束的重要时刻。从那以后人类能够存储食物，不再是只能狩猎和捕鱼。在悉尼不远处的一个悬崖上跌落时，柴尔德刚刚退休。他在科学界涉猎广泛，研究设计各方面。最近的发现证实了他的想法，即使他经常调整自己推测的年代。

大约从距今 9 800 年前，首先是在巴勒斯坦（中石器时代末的“纳图夫人”[①]），接着是在美索不达米亚，当渔猎的食物不够时，人类群落更多地依靠野生谷物和野生豆类来补给。谷物被磨碎，制作成饼来食用。不难猜想稻谷的穗更大，也更受欢迎。

新石器时代现象和起源一样被广泛讨论。种植的问题也许是偶然的：穗上发芽的种子偶然地落在了地上，奇迹般地繁殖了。有一个古老的问题是：在卢克莱修[②]看来，人类解决了雷电引起的火灾，并尝试模仿大自然，这说明还是大自然启发了最初的种植者。如果野生幼苗是由落下的橡籽和浆果长出来的，为什么不自己播种橡籽和浆果呢？或者人类是因需求所需而这么做的？那又是怎样的呢？柴尔德认为是干旱使动物和猎人都聚集到水的周围。靠近猎物使人类会以它们为生，被这些半驯化的动物包围也促使了驯养的发展。现在的研究更趋向把它归之于发展的内部因素而不是气候因素：激增的人口需要自我适应。从那时起，似乎如今都一致认为新石器时代的悖论不是由匮乏所引起的：一个人在 15 天里采集的野生谷物可以供 4 个人食用一年[③]。

在距今 9 000 年前（大约比我们的时代早 7 000 年），标志着新石器时代的文化特质出现在现代的伊拉克库尔德斯坦和耶利哥地区，除了没有陶器和瓷器（发明于距今 8 000 年前），农业、畜牧业（山羊、猪、牛）和光滑的石头（长期以来，我们把新石器时代称为“光滑石头的时代”）都已经存在。不久，各种各样的沃土

① “Natufien”或者是“natoufien”：是在巴勒斯坦、耶利哥南部名叫纳图夫的一座城市的形容词。巴勒斯坦和叙利亚的猎人和采集者建造了第一批户外村庄。

② 卢克莱修（公元前 98 年—前 55 年）

③ 参见：雅克 • 加尔文（Jacques Cauvin）1997 年出版的《神的诞生，农业的诞生》（*Naissance des divinités, naissance de l'agriculture*）。

也出现了：从尼罗河到巴勒斯坦，及至美索不达米亚的低谷，村庄开始出现、发展。人们先种植了二粒小麦和单粒小麦两种稻谷，接着是小麦、豆类、豌豆和扁豆[①]。

饮食体制发生了翻天覆地的变化，不再以食肉为主。基本的食物变成牛奶、汤、饼和乳制品。奶酪在钻过孔的容器里沥干：干酪沥干器。农民会为了防备坏天气预先存储食物，这在以后引起了人们的欲望，催生了买卖的欲望。另外，扩大家畜的做法也是产生冲突的潜在因素。而根深蒂固的偏见是诱发新石器时代战争的原因。没有任何证据可以确认中石器时代最后的猎人——采集者被新的农民——畜牧饲养者所完全替代，也不能确认这些新的群体中爆发了大量的冲突，抑或暂栖的游牧部落和定居的部落之间发生了激烈的冲突。事实上，最初的大规模暴力冲突直到丹麦人克里斯顿·汤姆森（Christian Thomsen，1788—1865）提出的青铜时代[②]才发生。

然而，对于自然的使用必然会有所代价，新资源增长的结果是放牧过多。旧石器时代中期开始的新植物的破坏与火的使用有关系。但真正造成环境损害的是新石器时代的人类大量地砍伐森林。砍伐树木主要有以下三个原因：一方面，在火烧过的土地上进行耕作，灰烬能丰富土地的氮[③]含量。另一方面，是使用木材和生火。最后，由于过度的放牧，幼苗一出土就被吃掉，阻碍了森林的恢复。同时，可以阻挡河水的森林斜坡被破坏后，造成了水土的流失和沟蚀：形成了沙漠化。如今地中海周围许

---

① 出自卢布坦（Catherine Louboutin）1990年出版的《新石器时代：世界最早的农民》（*Au néolithique, les premiers paysans du monde*）。

② 1816年，并未受过专业教育的克里斯顿·汤姆森成为哥本哈根一名北欧古董收藏的保管人。没有采用随意的分类，而是选择了严格的编年学方法来排序，并在1836年区分了石器时代、青铜时代和铁器时代。

③ “alkali”，来自阿拉伯词 al-qili，表示氮，意为纯碱。

多半沙漠化的情况就是由那时造成的。在生态上，疑题常常循环出现，由于人类社会生产力的不断增加，气候的间断性改善却伴随着环境的破坏。

城市人防御收成不好的季节

从此以后，人们的生活方式以劳作为主。由于物质条件的限制，游牧生活由于可耕种面积的原因而变成了例外。需要储存、保护农作物。群落在水的附近、水源处、河边聚集。水已经成为人类社群中关键性的因素。当水资源匮乏时，人类建立了复杂的灌溉系统和水的分配系统。可以想到这些系统被沿用至新石器时代初期。

约 12 000 年前，山洞和其他自然庇护地开始被户外建筑所代替。最初的群落不会马上耕种土地。在巴勒斯坦的艾马拉(Ain Mallaha)，纳图夫人在以渔猎、采集为生的时候，便已永久性地定居下来[①]。在 2 000 年后叙利亚的穆赖拜特丘(Tell Mureybet)，房屋是圆形的，部分位于地下。房子呈梯形，一间房子的屋顶是另一间在更高丘[②]上的房子的地基。一些不在地下的房子和其他的连接起来。最后，房子由在高地上高耸的墙建造。有时候，建有地窖的房子和传统的圆形房子混合在一起：猎人—采集者和农民生活在一起。村庄慢慢扩大，从原来的 10 到 20 间占地 2 至 3 公顷的房子发展成 12 至 15 公顷。考虑到不断的扩大的需要，圆形的布局随后被正方形取代。

最著名、最壮观的村庄是安纳托利亚的卡塔于育克(Çatal

---

① 参见凯瑟琳·卢布坦(Catherine Louboutin)：《新石器时代：世界最早的农民》(*Au néolithique, les premiers paysans du monde*)。

② 丘是在一个地方上由连着的村庄叠成的假的山丘。这些村庄因为地下土地的匮乏而遗弃，等十几年后土地重新变得肥沃后再重建。

Hüyük),它位于现今的土耳其,离现代城市科尼亚不远。建于距今 8 800 年前,发现于 1950 年,在 1960 年初由北美史前学家詹姆斯·梅勒(James Melleart)公布于世。距今 8 000 年至 7 500 年间,1 000 左右的房屋有 5 000 个居民。没有马路,房子由屋顶连接成圆形,人们从屋顶进入房子,也由此在内部形成了庭院。有些作者猜测,这么建造是为了更好地抵抗冬天的恶劣气候。火炉、休息窗台内嵌在墙壁上。一些拥有教堂的房子由各种涂料粉饰。一间房屋的壁画展现了附近哈桑(Hasan Dag)火山的喷发,产生的黑曜岩被卡塔于育克的居民加工然后出口。这种城镇的规模成了最初的村庄和以后随着肥沃土地增加所形成的城市的过渡。

我们不知道神究竟是什么时候出现在人类社会的代表制度中。在这方面,一切对特别崇拜的、危险的对象的侧面描写和现代的一神论宗教之间可能有联系。在距今 11 000 至10 000 年前,出现了最早的宗教概念:由石头或泥土制作成的、雕刻着有着巨大骨盆的女人小雕像在亚细亚被发现。随后,感情丰富的小雕像开始蔓延,约距今 8 000 年前,在卡塔于育克,肥胖女人的雕像代表正在分娩;坐在豹的身上。紧接着,一些伟大的女神,常常和神牛联系起来,在各地出现。在撒哈拉也发现了一些强壮的巨人,被很小的小人围绕着 ——显性,大自然神秘力量的出现主宰了人类不可预见的命运。设想下,当 21 世纪的我们惊讶于山上的暴风雨的时候,我们会怎么想。为了更好地了解远古时代人们在涨水的河流前、滑动的土地前、雪崩、火灾后的森林、被雷击倒的家畜、疾病、难产去世等时的这一想法:为什么这些人遇到了,而其他人却没有呢?这类纠结,却永远没有答案的疑问变成了另外一种疑问,对于幸福和能力:为什么王是王?为什么我富有而别人贫穷呢?为什么我活着死亡却围绕在

我周围？为什么气候可以带来灾难也可以带来财富？人们不禁要问，经常出现的女神即代表了残酷又代表了富饶，这不就是矛盾的象征吗？

气候不仅促成了文明，也赋予了神明以特点：在没有多少公牛的多瑙河信奉鱼神；在北极地区，建有北极熊的神庙，虽然它是吓人的食肉性动物，但用其皮做的衣服可以带来无可比拟的温暖。

在距今 6 000 年前，新石器时代的群体和城市文明开始融会了（马里、苏瑟、巴比伦、乌拉克、乌尔、阿苏尔）。前者在东方扩大，并产生了后续的城市文明。食物的安全性有限但比以前被重视得多，在大的流域地区人口激增得非常厉害，比如尼罗河的低谷、老虎谷和幼发拉底河流域[①]，印度河流域和恒河流域。一部分剩余的食物在可许的条件下被存储起来。一部分的存粮也许随后会和人交换或卖掉。例如，在河谷的游牧人，在那里散播金属、石头、海类贝壳等。

丰富的食物储存令人想到一些，或者引发了一些对于买卖的想法，因为价钱肯定随着气候的变化而变化。所以需要确保存粮的安全性。这也是在距今约 5 000 年的时候出现城市现象的主要原因：贸易的发展和其相关的实物、投机买卖。从距今 4 500 年前[②]开始，处于对人自身和财务保护的需要，一些特别的职业[③]构成了有级别的城市社会，且很快有了不平等。军事、行政和宗教上的集权出现了。接着，交换价值的抽象等价

---

① 同样的现象也在印度河流域和恒河流域出现。

② 距今约 4 500 年前开始了金属时代：铜器时代。铜器时代开始于距今 4 500 年前；青铜时代开始于距今 3 800 年前，接着是铁时代，距今 2 700 年前。青铜时代这一词（chalcolithique）源自希腊词 chalcos，意味铜；lithos 意味石头；表示了那个时期同时被使用的材料。

③ 土地、河道（内河航运业、灌溉业）、金属等方面的职业。

物，货币的出现代替了物物交换的方式。距今5 300年前，随着第一批庞大帝国的出现（美索不达米亚、埃及、印度流域、中国……），文字也出现了，它被经常用来记录明细表、记账、设定法律、记录国王的荣誉……同最初的图画文字①（用单线条勾勒的图像）不同，文字变得抽象，就像楔形文字的符号和所指的物体间的关系不再建立在形态上的类似。文字系统变得更加普通，更加灵活，之后出现了字母表。

所有的这些变化表明了人类社会的效率转化通过新的方式得到了满足。人类进入了发展的进程，5 000 多年后发现人类的各种行为导致了全球范围的气候变化。从起源开始，这种巨变就很明显：距今 4 100 年前建立在美索不达米亚，乌尔②的苏美尔城市，占地 60 公顷，拥有 24 000 人口③！当从生活区里扣除占总面积 1/10 的交通道路、河道、存储种子的地窖、宫殿、公共广场和巨大的庙塔④后，每公顷 400 人的密度算是非常高了。美索不达米亚城区被砖墙、排水沟围绕着，这对城里的居民提供了相对的保护。河道起了清洁土地、充当交通道路的作用。城区周围的田野由复杂的河道系统灌溉。

气候变暖

在同一时期，虽然不在美索不达米亚地区，但同样因为全球气候变暖，在印度河流域孕育了非常灿烂的文明。莫亨佐达罗

---

① 表意文字是一种既指意思又指音的符号；图画文字是用类同表示意思的一种表意文字。

② 拉丁文 urbs，意为城市，是美索不达米亚这座城取名字的派生词。Ur 在阿卡得语和苏美尔语中同指城市。

③ 苏美尔由英国考古学家查尔斯·伦纳德·伍利（Charles Leonard Woolley，1880—1960）发掘于 1922 至 1934 年间。

④ 这是在全城最高的庙碑。

(死亡之丘[1])位于现今巴勒斯坦的南部，河流的右岸。建于距今5 000至4 000年前，消失于距今3 700年前。拥有35 000名居民！产生了莫亨佐达罗（距离莫亨佐达罗400公里，是哈拉帕城）的文化，被放置在相同的城市规划中。城堡里有豪华的浴室、用上乘的砖砌筑、外围有走廊、储有谷物的大地窖、至少两个会议厅以及住宅。整个低城是呈方格形状规划的。马路很宽敞，房子周围建有连着下水道的排水沟。还发现了手工业区的存在，有陶器商、皮革商、冶金工人、链子制作商、雕刻师、贝壳制作商等，比别的地方相对要丰富。建筑物是由红陶[2]砖和火烤硬了的木头砖建造的。平屋顶由梁木做支撑。低城的房子非常宽阔，配有卫生设备。现代城市规划家可以通过整个布局看到根据社会各等级和社区专门功能而做的空间分隔。动物已被驯养；在周围种有棉花、芝麻、大麦和豌豆，并开始了重要的贸易活动。那些同莫亨佐达罗和哈帕拉相近的文化令人想到一个集权的帝国。约距今3 700年，由于印度河流域的变化，莫亨佐达罗城渐渐被遗弃，而具体原因至今仍是个谜。

问题在于和新石器时代最初的文明不同的是，在欧洲没有发现家养山羊的野生祖先，这无疑表明从东方传递过来的畜养绵羊和山羊的重要性。迁徙的真正原因并不确定，也许是因为人口过剩，也许是为了寻找新的可种植地，也许是因为气候变得更干燥，这几个原因是被猜想得最多的，但却不可能同时成立。欧洲新石器时代文化的影响很明显是从以下两个途径进来的。一个是多瑙河，另一个是地中海。大约发生在距今9 000年前。多瑙河线路是从土耳其东部传入欧洲中心，接着到德国、直到法

① 这座城市在1922至1950年间陆续被不同的考古队挖掘。
② 美索不达米亚文明没有使用红陶而是把砖放在太阳下烘干。

国中北部。每个地区种植的植物各不相同，这些植物的存在是全球气候变暖的征兆。谷物同样如此，二粒小麦、单粒小麦和大麦在欧洲中部占了主导地位，而在法国中部种植的是软粒小麦。多瑙河流域还种植了四季豆、豌豆、扁豆和麻。那里的人们习惯吃素食，即使畜养了母牛、猪和羊。至少这反映了他们的主要家庭生活。他们并不关心在周围大量存在着的猎物。他们还用火烧的方法来开垦耕地。

多瑙河文明的一大特点是住宅。房子很长，宽有 5～6 米，长自 9 到 40 米——显然，在这些房子里住了不止我们现在所说的一户家庭，而是一个小的氏族。我们也常常把多瑙河文化称为“线纹陶文化”，因为他们制作的陶瓷上面都有连续的带子装饰（人字形条纹、螺旋形带子）。

和地中海气候有关的欧洲南部新石器文化也是根据其制作出来的陶瓷命名的，因为鸟蛤[①]（这是一种可食用的果壳，或者叫做“鸟蛤壳”，在徒步渔民里面很著名）贝壳而被叫作“印纹陶文化”。陶器制作者用这些贝壳来装饰陶瓷，在上面重复印刷花边或者辐射状的贝壳罗纹。人们在西西里岛、马耳他、伊奥里亚岛、意大利南部的地中海海岸、意大利和法国的河流、法国中部、西班牙地中海海岸和非洲北部发现了这些陶瓷。这些陶瓷的制作者本来是渔夫、海鸟猎人和拾蛋者，种植大麦。他们生活在地中海西岸的岛屿、亚得里亚海、马耳他、西西里岛、普罗旺斯、科西嘉岛、撒丁岛等地。可见，那时的人们就已经开始在海上航海了。

在西欧，距今 6 000 至 2 000 年间，新石器时代的农民经常用覆盖着泥土或者碎石子的独块巨石来建造现代人所认为的大

---

① 大西洋沿海地区的鸟蛤（Cardium edule）（可食用的果壳）。

墓地。建筑业称之为“巨石建筑”。在伊比利亚半岛西部、几乎整个法国(除了东部)、英国、爱尔兰、德国北部、丹麦甚至是瑞典都有这种巨石建筑存在。有些学者认为这些巨石建筑有可能是在气温变暖初期,供给与使海平面变高力量战斗的神居住的纪念塔。但是,在远古时期的人类中,与占主导的形而上学相比,气候和建筑的联系是微弱的。

然而,“史前建在湖上的住屋”①,新石器时代后期的湖泊城市和气候有着密切的关系。在 1854 年,一个寒冷、干燥的冬天使瑞士湖泊的水平面下降了不少。在一些湖泊的周围,像在苏黎世(Obermeilen)的湖泊、比尔②的湖泊和纳沙泰尔的湖泊(10 年前,在 Petit-Cortaillod 发生了相同的情况),长成了橡木林。人们很快就在这些湖泊城镇里发现了用光滑的石头做成的斧子,鹿角做的工具等。根据探访过印度尼西亚、非洲或者大洋洲水上村庄的探索家的描述,史前学家们推断新石器时代的瑞士人是生活在建于水桩上的房屋中的。在一本民间的画集里画着一些重建的村庄。这些图画把我们带到了黄金时代,带到了一个自然和最初的文明社会和谐相处的时代。很多画面都画着太阳升起的时候,一切都是那么安静:身体健康的、狩猎了丰盛的猎物后悠闲的男人们;肥胖的女人们似乎以肥胖为美。用兽皮做的合身的衣服(当还没有针织的衣服的时候)是用 4 个别针③别起来的。

现在我们知道,这个湖泊城的建造方案——如果真的被采

---

① Palafittes(意大利语为 Palafitta):拉丁文 palus 意为桩,fingere 意为制造。这个词意指建在桩木上的湖泊城。palafitteur 已放弃不用,但有时还是用来指建造了湖泊城的人们。

② 比尔的 28 个湖泊出土了自新石器时代到青铜时代的 2 万件物品。

③ 可参照卢布坦:《新石器时代:世界最早的农民》。

纳了，也是个特例[1]。这些发现与人类和自然的和谐关系一致，在工业时代初期，怀旧占据了主导地位。事实上，现在大部分史前学家认为在水位最低的时候，在水桩上是可以建房子的。这样的建筑方法显示了在湖泊的水位涨高的时候可以保证房子远离湖水，在平时让房子不那么潮湿。冰后期的变暖导致了冰川的融化，淹没了这些建造在湖泊上的住屋。

新石器文化的传播不只是从东方传到欧洲，同时也影响了非洲、北非，尤其是撒哈拉沙漠，尽管风格卓越，结果却鲜有人知。与我们的想法相反的是，撒哈拉本身就是沙漠。除了比较特殊的气象时代，撒哈拉土地很少是肥沃的。这是由于它位于气候燥热的红海和凉爽的大西洋之间，使得空气一直流通，也阻碍了冬季极峰和热带季风。8 000 年前这些因素发生了改变，使撒哈拉和沙漠草原带的新石器文化得以实现。另外，生活环境的联系在这个过程中也是很明显的，因此在撒哈拉到处都是湖泊。长有 700 公里的乍得湖的水来自霍加尔（Hoggar）。在霍加尔、在阿杰尔塔西里高原、在提贝斯提，和现今的佩里戈尔得一样盛产椴树、榆树、栎树和胡桃树。在更低的地方，是稀疏的树林，有松树、橄榄树、桧树和一些在现今普罗旺斯（朴树、乳香黄连木——分别是榆树和黄连木的变种）的树木、小灌木。

有着羚羊、水牛和山羊的草原形成了郁郁葱葱的风景。河里面有着河马和鳄鱼。丰富的鱼类（鲈鱼、鲇鱼）和软体动物成了渔夫的日常食品。密尔农业在距今 1 万年前被证实存在（霍加尔的阿美科尼，阿尔及利亚）。那时在撒哈拉已经有精美的陶瓷，比中东早了 2 000 年。陶瓷因其易碎不易运输而一直受到史前学家的重视，陶瓷的存在因此成了人们定居的证据。

---

① 1870 年，在法国汝拉省的克莱尔沃湖泊发现了最早建在水上的房屋。

畜牧业出现在农业之后。距今 7 000 年前，在平原和高海拔地区的牧地有了进山放牧的牛群。壁画、图画和雕刻，尤其是在阿杰尔塔西里高原（Tassili n'Ajjer）的，画中有着和如今撒哈拉地区的颇耳人在各方面很相像的人种。石器业被专家们认为是史前最美、最精细和最多样化的工业。

塔西里可岩石上的壁画展现了战争中，弓箭手保护族人的画面。距今 6 000 年前，日益严重的干旱造成了局势的紧张，引起了各族群的冲突。农民和游牧人比欧洲新石器时代的人们更难保护他们的财产；另外，气候也起了很大的影响。

欧洲新石器时代的人们和地中海周围的人们能取得联系，甚至进行人口的缓慢迁徙。虽不能确信埃及新石器时代的人们和撒哈拉地区的部落有没有联系，但可以肯定的是远东地区人类改革的进程是和西方完全独立的。

在当代中国的广袤土地上，新石器文化由于气候原因而渐渐衰退。在中国北部，约距今 7 500 年前，主要谷物是黍；但人们也种植白菜、小白菜、一种介于卷心菜和生菜之间的蔬菜，叫做糖莴笋。该品种能抗霜冻。在中国东北部的大草原上，绵羊的饲养占了主导。在东南沿海地区，贝壳也同样用来装饰陶瓷，同地中海新石器时期的贝壳很相似；水稻种植、渔猎形成了这个地区人们基本的饮食结构。在位于西南地区的云南，人们也进行水稻和黍的种植、渔猎和畜牧业。在距今 5 000 年前的西藏，农民们通过种植黍和打猎获得食物，也可能豢养了猪。中国新石器文化革命的发展似乎并没有受到西亚的影响。这从人们食用土生土长的植物可以看出。中国陶瓷的独创性和很早成熟的技术也是原因之一，这同时证明了对于烘烤艺术的掌握。同其他地方一样，人们靠近水源居住，把房子建在凸出的平台上。很多群落出现，有时豢养的更多的是狗和猪而不是牛羊，主要种植

大米和黍(在黄河流域发现了最早的种植痕迹)。

美洲气候和耕作

新石器现象最令人印象深刻和最激动人心的特点就是它的全球性。在世界各地,几乎是同时,植物和动物开始被家养,人类开始定居、生产陶瓷。这个过程真的很令人惊奇,在前文刚刚提到过的欧洲和中国,居然可以在如此不同的地域进行传播。但想到美洲大陆和世界其他地方发生的人类社会巨大变革,这根本不算什么。诚然,所看到的这些巨大区别是两种不同的运动,但有很多地方展示了共性。大概是距今40万年前,猿人开始往西伯利亚东北地区迁移。其他人种在同一时期迁移到了欧洲。人类由此开始分成了两部分,文化的和遗传的。白令陆桥代表了一条不归路。

和中国一样,美洲大陆的新石器文化基本上是具有普遍性特点的,但同时也具有当地特色。地理条件和气候条件的不同造就了不同的动物和植物群。这是北美史前学根据地区传统编建的原因。同样,在旧石器时代,在大平原上的"大型猎物传统狩猎"(猛犸、野马、野牛)和现代美国群山地区的"传统老山脉"是不同的。接着在距今5 000年前,有人开始在西北一带定居。他们开始以捕鱼为生,由于当时自然资源的匮乏,人们很少,且到很晚才进行农业种植。这表现了传统新石器文化进程的特点:多种多样的工具、织造业、篾匠、木头建的小家具,等等。在其他各个地方能看到相同的转变:在加利福尼亚州(我们长期忽视了这里的农业)的高原上、广袤的平原、在西南几乎荒芜的地区,农业很晚才开始出现(距今3 000年前?),在森林茂密、潮湿的东部,玉米种植出现在距今3 000年前。而在远北地区,人们灵敏地用各种各样的方法适应恶劣气候。住宅的建造、渔猎

工具的制作无不显示着人们的丰富经验和技术创造能力。然而，如前所写的，这些发展并没有融入整个新石器文化的大背景中。另外，值得注意的是北美直到战争后才出现城市现象。也许这是因为之后气候和生态条件使北美地区的资源变得富饶。

美洲中部和南美的情况却并不相同，他们的文化进程在各方面因生态原因而衰退。但在这些地区的各个地方发现了发生在旧世界（l'Ancien Monde）的演变迹象，虽然有一定程度的落后。

在安第斯山脉的高地，植物贫瘠，最基本的食物是肉类：在安第斯北部，狩猎到的鹿肉是最主要的食物；在南部主要的食物是美洲骆驼，其中最常食用的是小羊驼和原驼。这些野生动物是羊驼和美洲驼的祖先，羊驼和美洲驼自距今 6 000 年前开始被人驯养，但只是在安第斯山脉的中部。

对于最初的畜牧人而言，小羊驼是一个极好的机会，因为这是一种极好养的动物。圈一个圆——即使是不连贯的——石头垒成的高度不超过 15 厘米也能圈住一小群羊驼，就好像是圈在真正围筑起来的小块土地！但是高地的农作物是最早成熟的，大小和东方的新石器时代文化进程中的农作物不同。人们认为在安第斯山脉很早就有了土豆种植。距今7 500 年前的秘鲁，由于火山灰滋润肥沃的安第斯山脉就已有了西葫芦、四季豆的种植痕迹。在距今 5 500 年前出现了种植的玉米，它的祖先是一种野生的中部美洲植物：墨西哥蜀黍。距今 7 000 年前，玉米穗的大小不超过 2.5 厘米，玉米的种子和稻米的种子差不多大。2 000 年后，玉米穗已经达到 7 厘米；距今约 3 000 年前，长则为 10 厘米。在距今 2 000 年前，已经和我们现在所熟知的一样大小了。而驯化物种的数量少于同时期旧世界所驯养的数量。演

变的进度也不一样：在现在墨西哥大城市东南特瓦坎[①]流域的居民在很长时期里种植了许多植物，在距今 9 000 年前（气候刚开始变暖的时候）至距今 3 500 年前之间，人类开始有所选择地种植食物：西葫芦、鳄梨、苋菜（像绿色蔬菜一样种植）。之后，种植四季豆、玉米。当我们坐在桌子旁的时候，除了识得玉米、土豆和鳄梨外，也知道是中部美洲新石器时代的农民最先种植了棉、西红柿、西班牙四季豆（玫瑰紫色的果实）、木薯（就是我们现在所知的"木薯粉"）、香子兰和可可！直到距今约 2 500 年前，这个地区新石器文化的演变随着粗陶（可能是由很久以前就有粗陶的美洲南部传入）的出现才结束。

在 1492 年官方发现的"新世界"后，定居和农业之间的联系不如世界其他地方明显。每年人们还会进行迁徙，每个季节来回交替耕种土地。农业的开始先于人们定居的开始。相反的，当资源变得富饶和多种多样的时候，比如在沿海地区能进行渔猎、捕猎海豹、采集海里的软体动物、采摘野生植物，这些资源使人们得以生存，繁衍人口：因此人们定居的行为先于农业和畜牧业——在秘鲁沿海地区发现了人们在距今约 5 000 年前种植的四季豆、辣椒、鳄梨、甘薯、白薯、花生和棉花。

同时在这一时期，农业的丰富产量足以填满仓库，进行集中的农业活动。在美洲中部和美洲南部，尤其在农作最发达的地区，如今的秘鲁沿海地区，一开始都是几乎荒芜的小村庄，随后人们在那里定居。

对于以上现象，气候条件又一次起了决定性的作用。事实上，2 200 公里长的沙漠地带，既有海洋的影响也受了气候的影

① 不要把特瓦坎流域和位于墨西哥西北部 50 公里的特奥蒂瓦坎的巨大考古遗址混淆。

响,洪堡寒流大大促进了海产品的产量。1800 年,当他在美洲旅游时,亚历山大·冯·洪堡发现了这一寒流并用他自己的名字命名(有时也称之为秘鲁寒流)。这股寒流从智利沿海登陆,传到北部,直至赤道。这是在大西洋南部地区,由西向东流出来的一股寒流,使得水温又一次降低了 5 到 10 摄氏度。冷水引起了硝酸盐和磷酸盐含量的上升,肥沃了海水的生存环境:浮游植物(植物类的浮游生物)的丰富增加了浮游动物的数量。而浮游动物的增加使海鸟[①]的数量也在上升。

可以料想到这些村庄所建造的河口是安第斯山脉下降后形成的。这些村庄住着一些人,他们的设备复杂(特别的捕鱼工具,但也有用石头、动物骨头、葫芦和滕柳做的工具)。树枝、芦苇、稻草或石头做的房子有些时候一半是在地下的。附近的地区有类似的演变,在高地,是一些都在朝新石器时代经济发展的社会所在的地方。

刚刚所讨论的耕作发展是起源于美索美洲(墨西哥的奥尔麦克)和南美(如今厄尔瓜多的瓦尔迪维亚和秘鲁的查文)的大田作物。这些通过新的生存方式,尤其是通过密集地种植玉米组成的社会群体,想要建立有着同样多的宗教和政治中心,并在附近有家养的动物和植物的城市。这种发展让人想起了美索不达米亚和旧世界的其他地方。

当然也可以对新石器革命给予不同的评价,既然富饶并不能保证食物的供给,既然工作的分配伴随着痛苦的不平等,既然社会组织产生了以宗教等级而生的等级制度和专制暴政,既然财富的增长第一个引发了人类战争。人类随着新石器时代进入

① 在第三部分(第十一章)中会看到厄尔尼诺(El Niño)现象造成这一演变的中止,引起生态问题,引发了人类的灾难。

了历史。正如我们将看到的，这也是一部人类改善生活条件的历史，永远旨在使人类突破环境的局限和气候的危险。但这也是一部展现了气候环境对于人类重要性的令人惊奇的历史。创造了全世界新石器时代文化繁衍条件的全球变暖对人类社会产生了深远的影响。

第六节　气候决定论

历史总是留给我们惊喜，我们得避免说得太着急。同样的，我们认为在公元初年和400年，罗马帝国经历的一场降温是有必要的。二三十年后，这个时期成为了公元前27年被尊为"奥古斯都"（意为神圣）的屋大维（Octave）的即位和395年整个帝国的完全划分（西罗马帝国和东罗马帝国）。寒冷阶段的最初是潮湿的，它与帝国的最初阶段是一致的，而降温的最后阶段则是与这个阶段的毁灭和崩塌相一致，这一崩塌在476年发生了。这种气候决定论曾有它的荣耀期，例如，埃尔斯沃斯·亨廷顿[①]（Ellsworth Huntington, 1876—1947）的作品。现在这种论调不再有市场了。然而，大降温在帝国的农业危机上却确实扮演了真实的角色，尽管我们知道造成一个持续危机的原因是多种多样的。

以比较的方法，在这个寒冷期之后，气候开始慢慢地升温，此后900年开始大幅度升温，并在13世纪达到顶点，但这也不能解释葡萄园的面积在当时法国实际领土面积的大幅增长。但如果不将这个因素考虑进去，虽然这个因素不是决定性的，但在农业方面它却一直有着最根本的影响。

---

① 参见埃尔斯沃斯·亨廷顿（Ellsworth Huntington）：《文明与气候》（*Civilization and Climate*），1915年。

耕地的工作是困难的，而且成果是未知的。这个道理直到如今还是一样但是这更符合这个时代的第一个百年。这个既不是同害虫搏斗，也不是深度耕地，更不是管理它们的用途。水的问题，如果与气候有关，那么对于农业来说便是至关重要的，但是它也具有许多不同的方面。同样，在罗马帝国北部，雨量测定法调整着收获，而在中部，关于排水和灌溉则是一个问题。

在我们所命名的“地中海气候”内，能发现很多当地的桅杆，它们起到辨别纬度、海拔、邻近沙漠和高山的作用。然而这时候，到处出现水的问题，或者是因为缺水，或者是因为由吹干沙漠的风（喀新风，非洲热风，西蒙风）带来的热浪所导致的水汽蒸发，或者是由于稀少的猛烈降雨；事实上，过度放牧已经导致斜坡的植被退化，水流流淌并冲刷山和丘陵的侧边形成水沟的趋势。

然而，在这个相对寒冷和潮湿增长的时期，对农业最大的危险是过度的水。在秋天，太多的雨水损害耕地和冬种。在春天，播种被威胁。最后，在收获的时候，暴风雨能在几个小时内摧毁一整年的辛勤劳作的成果。这些气候灾难因为帝国的农业危机而未能被掌握。大庄园[①]面积大且隶属私人，并使用我们今天所谓的资本主义方式开垦：大部分情况是，大庄园的主人不是土地原先的主人，它们重新购买并组合了小的开垦地。追求利益是他们的主要目的。他们似乎缺乏能力，他们求助的努力也没有能力。为了使这些人成功，土地必须富饶；或者勉强改良且许多意大利和高卢（Gallia）的肥沃土地由于忽视而处于未开垦状态。耕地是由耕地不是很深的木摆杆步犁来工作的，除此之

① 大庄园（拉丁文 latifundium）：拉丁文 latus 意为大的，fundus 意为未开发的土地、田产。

外，每两年一个轮种，也就是说，一年耕种，一般来说是谷物，第二年休耕。因此，这样远远不够，而且土地会变得贫瘠。这就是为什么我们在这些大的地区实行密集耕种，尤其是放牧。从此以后，如果开垦能养活地主、地主的家庭和他的客户及奴隶，那么过度开垦就是必需的。甚至销量也可能并不那么重要。除罗马外，它主要从非洲和西西里（意大利的小麦产区）购买食品，其他城市很小，居民很穷。这些小城市的人不消费肉，只消费非常少的酒。容易变质的食品、酒、橄榄油和水果的运输很困难，运输距离使得利润变少。罗马帝国的农业有无数特点，它体现了黄铜时代的耕种方法，形成一个总体结构脆弱的农业结构。

我们没有气象数据或者可信的历史故事来直接深刻讲述由于气候恶化导致的农业危机。比如，历史学家命名的 3 世纪危机（235—268）有政治渊源和农业生产的不吉祥的效果。不要颠倒原因的秩序：不是气候导致了政治问题。在塞维尔（Septime Severe）统治之后，他于 211 年去逝，他提高了自然税，一年军队收获，这打击了那些地主，也包括意大利人，于是危机开始出现，对教皇也不可能再那么忠诚。皇权变得十分衰弱，恺撒大帝传奇般的繁荣开始衰弱。经济状况已经使得帝国的各个层面无法再尊重完全立法。在 4 世纪到 5 世纪，游戏开始："几世纪的腐败和专制已经使得这个国家到达一个精神和物质都很悲惨的境地，如果我们敢用一个现代化方式，它有一个让所有法律变得弱势的经济状况。"①

这种类型的分析在气候适宜限制内的考虑已经过时了。很久以前，人类社会行动对他们环境的重要性是显而易见的。用

① 阿尔伯特·德布罗意（Alberte de Broglie，1821—1901），由菲迪南·罗特（Ferdinand Lot）（1866—1952）在《古代世界的终结和中世纪的开始》（*La Fin du monde antique et le début du Moyen Age*）中引用。

科学的方法分析这个问题的先驱者之一，是一位叫马什(Marsh，1801—1882)的地理学家。他1864年在伦敦和纽约出版一本名为“人与自然或由人类行动修改的自然地理”[①](*Man and Nature*, *or physical geography as modified by human action*)的作品。这些研究的目的是“为了指出其性质和在我们居住的物质世界的人类行动改变的研究的大体情况。”[②]马什很清楚罗马帝国“生态”[③]的衰落，不仅仅在帝国东部。”这些曾经繁荣地区的衰弱，毫无疑问，部分原因是我们无法抗拒和解决的地质原因。但是“……最根本的原因，即原因的原因，是行为和忽视导致恺撒帝国一半贵族的不育和身体的衰老，罗马首先是对自己、然后是对自己征服的土地和意大利[④]的土地行使令人疲乏的、残暴的专制。

此外，如果气候恶化和对罗马帝国的崩溃起着恶化作用，凭什么说，这种作用可能比从2世纪到5世纪的流行病更重要呢？同样，公元165年，在马克(Marc-Aurele)的统治下，一个被称作“安东尼瘟疫的”皮疹性伤寒，也许还混杂着其他的病理——在意大利和高卢肆虐了15年，导致某段时间每天约有2 000至3 000人死亡。从公元252到254年，一种被称为霍乱的奇怪疾病，每天在希腊和罗马夺取数千人的性命。在公元302年，一种叫做尤西比痈(Eusebe de Cesaree)的病袭击了罗马人。一种叫作天花的病也在公元312年爆发，它也导致了一个非常高的死亡率。自此以后，当在同一时期爆发时不时的饥荒，而生产却因

① 人类和自然，或者是被人类行为改变的自然地理。

② 乔治·P. 马什(George P. Marsh)，同上。

③ 引号是为了强调生态这一词不是在1866年被发明的。早在两年前，马什在这本书中已有所提及。

④ 乔治·P. 马什(George P. Marsh)：《人与自然》(*Man and Nature*)。

许多重要的奴隶感染重病死去受到沉重的打击，如何把农业危机归咎于气候？

因此，关于气候在罗马帝国衰退中所扮演的因素角色，升温自 9 世纪开始就笼罩着欧洲，在 13 世纪达到顶点，且直到 15 世纪中期依然能感受到升温所带来的益处，被作为是中世纪末繁荣的一个非常重要的因素。

“在这片繁茂翠绿[①]的土地……”

首先，这里是一幅冬天的景象：雪中的农村。在一间屋内，一个女农民为了在壁炉取暖稍稍提起她的裙子。猫靠在她脚边。屋外，畜生棚里绵羊聚集，圈养空闲着：有草料储备，一些蜂箱，以及变得迟钝的蜜蜂排列在走廊的一角。这个夏季会淌下蜂蜜。地上，乌鸦啄食，你可能会丢失谷粒。后院有一个烤面包机，右边是一个存放剩余物的地窖。地上有柴捆，不远处有一个男人在砍柴，冬季可能持续很久。

现在，来到一幅 7 月盛夏的场景。农民们在收割，而其他人在剪羊毛：收成是丰厚的，羊毛在未来的冬季可以保护人们。这两个豪华灯饰画作品集是由法国的让 · 贝里公爵（Jean de France, duc de Berry, 1340—1416）在 1412 年和 1416 年之间完成的。它涉及和平，丰收，幸福，也包括穷人。另一幅图画上（它装饰了作品中的 8 月），收获已经完成，农民们在小河中游泳消遣。

由理想化提出要美化，有人可能会想知道，我们是如何想起罗马帝国灾难性局势，以及后期随之而来的法国[②]农村景象的

① 克里斯蒂娜 · 德 · 皮桑（Christine de Pisan, 1363—1431），抒情诗。
② 不言而喻所谈论的变暖，同样的改变也存在于欧洲其他地方。

大变样。这是大开垦的时代，它从 1050 年开始。耕地面积在 13 世纪末增长了三分之一。到处可见的森林和潮湿的地区衰退了。农业生产量的增长有利于更好地供应食品，按照地区提供更好的有益健康的条件，随着潮湿地区的减退对法国人口的增长有显著的好处。我们估计在 4 世纪，一个普通家庭的孩子不会超过 3 个，在 7 世纪是 5 个孩子。这个人口的增长是有规律的，并且是长久的。在 1086 年和 1348 年开始的黑色瘟疫中，英国的人口上涨了三倍，有人认为当时在法国也是同样的情况。

农村的居住方式也同样发生了改变：人口的增长，对于安全有了需要，商业布局的局限性导致了居民的聚集化。村民在旧的村庄繁衍生息。在 11 世纪中期，许多"新城市"和乡镇在法国的中部和北部拔地而起："有 130 个公社和大的村庄具备邮局，目前在法国被叫做新城市，更不用说其他地区可居住的更高级的地方。"①在西部，我们比较倾向于使用"乡镇"，就像布尔讷夫(Bourgneuf)或纽布(Neubourg)。在西南部，我们开始谈"法国南部的小镇"和"城堡"("新城堡")，就像卡斯泰尔诺达里(Castelnaudary)。首先是地理上的这些小镇，坐落于小土冈②上一座城堡的脚下。其次，被教堂所保护的小的居民聚集区(像在穆瓦萨克(Moissac)和孔克(Conques))，教堂的职责就是保护它的居民。许多类似索沃泰尔(Sauveterre)这样的中世纪德国南方的小镇来自于这种移动。在 13 世纪，中世纪城堡的称呼替代了索沃泰(sauvete)。中世纪城堡一般都是在教堂和一个很有能力的庄园主的双重保护下的。在西南部和罗讷谷

① 出自盖·福甘(Guy Fourquin)：《法国乡村的历史》(*Histoire de la France rurale*)。

② 小土冈是用圆锥形的树木建的圆形小土堆，部分或全部由人工建成。

(Rhone),维勒弗朗什(Villefranche)的命名含有对建立人特权的授予。这个时期其他地名的遗迹展现了开垦的伟大功力：这些烧荒(烧山垦荒地[①]是对林业地区的采伐清理),尤其是一些沼泽地——最后这个称呼授予一块从沼泽[②]救回来的土地。

自11世纪,经济的快速发展和人口[③]带来了财富：在法国和欧洲其他地方,包括北欧,人们建立起了罗马式的小教堂和大教堂,它们通常是被墨洛温王朝的石棺包围：在法国,维兹莱(Vezelay)、欧坦(Autun)、图尔尼(Tournus)的圣菲利贝教堂(Saint-Philibert),昂古莱姆(*Angouleme*)、普瓦泰(Poitiers)、图卢兹的圣塞尔南教堂(Saint-Sernin),穆瓦萨克(Moissac)和最最棒的,孔克(Conques)的圣-福伊(Sainte-Foy),见证了创造者的活力和这个时代人类的希望。还有,曾经拥有过遥远的荣耀的残破遗迹,落满树叶的圆柱(或许来自罗马时代)的一截重新被使用,像是着重强调罗马人的基因有如此原创性的创造力,以及最闪耀的文明的脆弱。

在法国,无论是修道院式的还是乡村的校园网,都渐渐变得密集和城市化。在1150年,所有的大教堂都捐赠一所学校。私立学校是开放的,就像在默伦(Melun)的阿伯拉尔皮埃尔(Abelard Pierre)的寺里学校,圣热纳维耶尔(Sainte-Geneviere)、圣丹尼斯(Saint-Denis)和在1129年建立的,位于诺让塞纳河畔(Nogent-sur-Seine)附近帕拉科雷(Paraclet)的修道院,梅罗维兹(Heloise, 1101—1164)一生都担任修道院院长。

① 烧山垦荒地(essartage)：拉丁语 exsarire,意为开垦；拉丁语 sarire,意为拔除。

② 沼泽地(palud)：拉丁语 palus 意为沼泽。

③ 在1098到1270年间发生的八次十字军东征动员了成千上万的人,人口的压力从此受到了历史学家的重视。

我们称欧洲12世纪到13世纪的这个时期为“小文艺复兴”(petite Renaissance)，尤其是我们看到了希尔德加德女修道院院长(1098—1179)的自然主义写作作品及音乐创作，和阿尔伯特(Albert le Grand, 1193—1280)对炼金术和自然主义的研究，这点可通过在萨莱诺(*Salerne*)医学院，对西西里皇帝和罗马皇帝弗列得利克二世(Fredereic Ⅱ de Hohenstauffen, 1194—1250)的定向人体解剖得以印证。

美洲的维京人

在欧洲北部，气候变暖不只可以让斯堪的纳维亚人到达更远的地方，还创造了在格陵兰岛南部长久盛行的条件。来自冰岛的挪威人——挪威人从874年占领了格陵兰岛——在格陵兰南部定居。并在那里住到14世纪。红胡子埃里克(Erik le Rouge, 940—1010)为了逃避对他谋杀的惩罚，和他父亲托尔瓦德(Thorvald)从挪威逃到冰岛定居。为了继续逃亡，他往东航行到100年前一名被暴风雨卷走的叫做贡比约(Gunnbjörn)的航行家发现的土地上。在982年发现了这片土地，称之为“绿色的土地”(Terre verte)，音同格陵兰岛。在这个国家的西南沿海至今还未被开发，在北极短暂的夏天时令人相对感到舒适。经过三年的探索后，红胡子埃里克回到冰岛，公元986年他回到格陵兰岛的时候，随行的有25艘装得沉甸甸的船[①]和700个人。最终到达的只有装着男人、女人、孩子、马匹、山羊和绵羊的14艘船。约450名新移民在此定居。他们的后代(最多时约有3 000人)在此居住了好几个世纪。人们至今还可以看到尤里安娜霍布(Julianehaab)身处的赫瓦勒塞教堂遗址，还在被称作“东

① 这些船并不是龙头船，而是更大(长约18米)更宽(宽约5米)的纳尔船。

区”的建筑物群里找到了190个屋架。还发现了两座主教坐堂，其中圣皮埃尔的一座存有海象象牙。在1124年，格陵兰岛的主教叫做阿奈德(Arnald)。

在这段时期，来自格陵兰岛的水流到美洲：流到纽芬兰岛、拉布拉多半岛西南部和新斯科舍省。最著名的航海家是红胡子埃里克的儿子，莱弗·埃里克松(Leif Eriksen)，他是1 000年后第一个发现美洲大陆[①]的人。这些传奇故事给这些土地赋予了神秘色彩(马克兰 Markland 是现在的拉布拉多；黑卢兰 Helluland 是现在的巴芬和温兰德[②]，纽芬兰岛[③] Vinland, Terre-Neuve)，现在，主要由于这里的树木而经常有人访问。格陵兰岛主教在1127年第一次来到这里，同时也有其他两名主教来此访问。这些联系还不足以影响哥伦布发现新大陆前的社会演变。这些传奇故事提到了和美洲印第安人的冲突，他们把美洲印第安人称作“斯卡林人[④]”(skraelings)。如今证实挪威人只在沿海地区居住，很少深入大陆。其中的某次冲突使莱弗·埃里克松的兄弟托尔瓦德丧了命。不过他们还和斯卡林人进行通婚，纽芬兰岛现在的密克马克印第安人的后代是来自现在安大略省中部的阿尔冈金人。

同样也是由于之前所提到的气候变暖，几代捕猎鲸鱼和其他海洋类哺乳动物的爱斯基摩猎人从阿拉斯加来到格陵兰岛开发沿海地区。他们乘坐皮小艇捕猎海豹，同时也狩猎陆地上的

---

① 严格地说，格陵兰岛是美洲大陆的一部分，冰岛属于中大西洋海脊。

② 在10世纪末期，一名叫做Bjarn的挪威人在一个岸边偶然登陆，发现了像“野葡萄”的植物，由此被称为“温兰德”。

③ 1960年在纽芬兰岛北端，靠近“梅多斯湾”村庄，发现了一小部分定居的维京人。这些移民的活动之一便是修补和建造船只。

④ Skraeling意为可怕的，或者是不受照顾的，或者是令人感到不舒服的；总而言之是一个贬义词。

动物，像用弓和长枪来狩猎麝香鹿。他们似乎和维京人的关系并不和睦，有时会有争斗。

从 9 世纪到 14 世纪，最合适的温度使格陵兰岛持续的殖民成为可能，并在那里发现了我们现在所知的北美洲。正如后面所发生的，气候对于 14 世纪末期格陵兰岛维京人的消失有着不可置疑的影响。

中世纪饥荒

是农作物的增长导致了人口的增长？还是因为人口的增长需求导致了农作物的相应增长？这样的问题在历史上是没有意义的：两种可能性都可能存在，这就意味着这种问法本身就是错误的。事实上，历史总是向前发展的，她的论证没有原始术语。应该根据时间的推移来思考社会的转变，像音乐家们读管弦乐队总谱一样：弦乐器和铜管乐器一同奏响，而且总能分辨出是哪些元素组成了这一乐章，乐曲的意义只有当所有乐器一同演奏的时候才能出现。

这也是为什么我们不再自问从 9 世纪以来究竟是什么导致了物品的富足：是新的需求还是科技的进步提供了满足？在工作中比牛更有力、快速、更具持久力的马，从 11 世纪开始被套上了颈肩，这样不会勒死它，但又可以使它的效率增加四倍。从此以后，它的马蹄被包上了铁皮。而牛被套上了前枷锁，使它的力量更大、更持久。近 12 世纪，在法国北部，带有车轮和铁犁铧的犁代替了罗马摆杆步犁。它比摆杆步犁能更深入地翻掘土地，还可以用于很粗糙、黏性很高的土地。这也表明铁不再被限制于只能生产武器。二轮车从 13 世纪开始投入使用。这些进步导致耕作中轮种的改变：马匹需要吃燕麦，而燕麦从此成为轮作的一部分。5 世纪时的低产量在接下来的三个世纪里增加了

两倍，但依然很低；平均看来，每谷物产量增加了两倍！土地的处理方法也得到改进：人们用耙来松土；在休耕地上放牧，用动物的粪便来施肥；凭着经验在小块土地上种植豆科类植物，它们的根能释放氮来肥沃土壤等。直到 1843 年，法国农学家 J. B. 布森戈(Jean-Baptiste Boussingault, 1802—1887)精确地证实了豆科类植物(可用作饲料，像三叶草或豌豆的果实)能吸收空气中的氮，也就是说土地里存在着的氮。其他的科技发展改变了农民的生活：用水能和风能的碾磨机在农村非常普及，富裕的庄园主建设投资了这些碾磨机，并通过高价出租它们来赚钱。

产量将会提高，种植面积增多，产品增加。那怎么解释发生在 1315 年和 1317 年间的欧洲大饥荒呢？其实这并不是第一次发生饥荒，在 1032 至 1033 年间，大范围的饥荒曾经使欧洲一片荒芜①。但却是第一次影响了这么多人口，并且发生的时间很反常。我们接触到的整个生物和气候之间的复杂关系：这种关系总是矛盾的，需要出台法律来警惕危险的发生。这样，就算气候的巨大变化在短期内会引起灾难性的局面，对于长期可能会产生很大的影响，但不会是决定性的。在气候方面，对初始条件是非常敏感的。

1315 的春天非常潮湿，使得耕地很难操作，甚至无法操作。夏天又非常多雨，使得还未发芽的种子腐烂。秋天的暴风雨淹没了葡萄地。恶劣气候终于结束了肆虐——似乎从 1310 年来，气候普遍恶化着。在这情况下，收成肯定不够，人们开始痛苦地

① 根据费尔南·布罗代尔(Fernand Braudel, 1902—1985)的研究，在 10 世纪，法国发生了 10 次饥荒；11 世纪发生了 26 次饥荒；12 世纪 2 次；14 世纪 4 次。参见布罗代尔：《物质文明和资本主义》(*Civilisation matérielle et capitalisme*)。

进入冬天。如果不是因为马尔萨斯[①]的理论，全球人口的增长总是比人类生产的资源快，那些时期的时局很可能会发生短时的紧张。在1315年的欧洲，人口在迅速扩大而农作物却没有增长。这引发了一连串的灾难：家庭存储非常稀缺，更穷的人们到森林里取食：可食用的根和植物、山毛榉果、榛子，甚至是树皮。人们因为营养不良而衰弱。最体弱的人们、老人和孩子的身体状况岌岌可危。如果天气给耕种者一次机会，情况是可以改善的。唉！1316年那个寒冷、潮湿的春天也是那样的悲惨，而夏天的时候，洪水不停冲击着农作物。在这种情况下——人们变得虚弱，耕种条件变得困难——气候对人类历史的影响多么大啊。因为各方面的消耗，抵抗变得越来越难。

1317年的春天也是以不顺利和无法补救结束的。人类在饥荒中最伤心的莫过于——连续的饥荒——唯一使人快速死亡的事情，也就是说最后的种子和活着的动物被吃完，不可避免的，死亡最终胜利。

1317年的冬天是可怕的。被遗弃的孩子或者孤儿自生自灭。也就是编年史作家所记录的同类相食的许多案件的潜在受害者。有些年老的人自愿停止进食来把生的机会留给更强壮的人。人们不仅因为饥饿而死亡，疾病也同样剥夺着人类的生命，尤其是支气管、肺病类的疾病：肺炎、支气管炎、结核病。在欧洲有几百万人死亡，占总人口10%到15%的人消失了。无疑，最穷苦的人们对灾难付出了最沉重的代价，但有些教堂的达官贵人和一些庄园主也因饥饿而死亡，让人想到灾难影响之大。

---

① 马尔萨斯的(malthusienne)：这一理论的作者的名字的形容词，尊敬的托马斯·罗伯特·马尔萨斯(Thomas Robert Malthus，1766—1834)就现代颇具争议的理论在他的《人口学原理》(*Essai sur le principe de population*)的两个版本中(1798，1803)进行了阐述。

然而，灾难的伤亡人数显示了一个巨大的优势：减少了需要吃饭的人口……

1318年的春天不再肆虐，但是太晚了：人们和动物都消耗得很厉害，种子非常稀少。直到1325年情况才慢慢开始好转，人口重新开始增长。唉！之后的一些气候危机又引起了一些悲剧，但范围没有那么大：1332年爆发的饥荒、1335到1338年间的饥荒——后者正好和百年战争同时开始（1337—1457）以及在1348到1350年在欧洲肆虐的黑死病，减少了西方三分之一的人口……因此把欧洲14世纪后半期发生的人类惨剧只归因于气候是不准确的。

消逝的文明

然而，气候决定论还是有很多信徒。与其说是举一个最著名的例子，不如说是区分孟德斯鸠的哲学看法和声称最接近现代科学、"客观"的方法。接下来要讨论的是后者。

玛雅人造就了哥伦布发现新大陆以前最辉煌的文明，尤其是被我们如今称作"古典时期"（époque classique）的2世纪到4世纪这段期间。玛雅文化区贯穿着美索美洲地区，从现代美国的恰帕斯和尤卡坦半岛到墨西哥、伯利兹（古时的英属洪都拉斯）、危地马拉、萨尔瓦多和洪都拉斯的西部。玛雅人被认为在2 000年前生活在这些地区。他们的后代如今还居住在那里，大约还有两百人属于玛雅语系。

玛雅文明是全世界唯一在哥伦布发现新大陆前发明了文字的文明。玛雅象形文字①（glyphes）有800个左右，代表音节、

① 象形文字（glyphe）：希腊语 gluphein，意为雕刻（hiéroglyphe：希腊文 hieros 意为神圣的）。

词、音素。他们组合成的字可以表达习得的知识。玛雅人已经制作了很多写在麂皮或漂白折叠的纸浆上的书(药典),用来记录仪式典礼、重要的事件、复杂且精确的历法,尤其是描述金星(金星被玛雅人认为不吉利)位相的天文表。

1492年这些书籍被发现后,它们被西班牙教士系统地烧掉,因为他们认为这些书亵渎了宗教,甚至是受了撒旦的授意……这次大型的火刑判决仪式的主要负责人是一个叫做迪亚哥·德·兰达(Diego de Landa, 1524—1579)的方济各会修士,是尤卡坦岛的第二任主教。在1562年7月,兰达焚烧了5 000名“受崇敬者”和27卷玛雅经书!现在全世界只剩下四本著名的玛雅刻本,由它们现在所存放的城市来命名:德累斯顿刻本(le codex de Dresde)、马德里刻本(le codex de Madrid)、巴黎刻本(le codex de Paris)和纽约刻本(le codex de New Yord),也称格罗里刻本(le codex Grolier)。兰达的父亲也以西班牙人曾经比他们低贱而残忍地折磨和处死很多农民。这种担心是极端的,因为自从9世纪以来,玛雅文明的农民不知什么原因开始慢慢消失,人们渐渐遗弃宫殿、城市和寺庙。这些并不是一蹴而就的:在古典时期之后的时代中成为国家中心的辉煌的奇琴伊察(*Chichen Itza*)城真正的衰退原因直到近1200年才被人所知。玛雅文明的结束很有可能是因为以下常见的原因:内部分裂、争斗的影响、野心的冲突、战争等。

然而,北美地理学家、探索家埃尔斯沃斯·亨廷顿(Ellsworth Huntington)坚持另一种完全不同的理论,他是典型的气候决定论者。他研究的玛雅遗迹如今已无法种植,并且已被疟疾肆虐过有害的热带雨林所淹没。具有讽刺意味的是,作者提出了荒谬的假设:一个是,玛雅人是具有巨大能力可以在森林(没有动物痕迹)里耕种的精灵;另一个是,想象那

时河流的危害性没有现在厉害。接着他进一步提出自己的理论："……影响着北方地区的气候变化，干燥的条件在玛雅人达到顶峰的地区是最常见[1]的气候。地区间的差距增加了干燥季节的持续，现在干燥的气候发生在2、3月份。这减少了植物的数量，使灌木簇取代了茂密的森林。在这些条件下，农业相较变得更加容易。河流大量减少，因为在更加干燥的尤卡坦地区，河流更加稀少[2]……"接着是研究比较加利福尼亚树木年轮的数据和在以前的巴勒斯迪夫占主导的气候以及玛雅没落时的气候环境。

天气因素在人类社会中的突出作用显然不是一个问题。前两章已经有所证明。有疑问的是，在所有气候对人类的有决定性影响的概念中，都一定程度忽略了社会的适应能力。想想距今3万年前生活在北美洲、旧石器时代的游牧部落；想想如今在亚马孙和圭亚那高原的美洲印第安人部落；想想伊努伊特人；想想安第斯山脉人……这些种族都通过白令海峡进入了北美大陆，都用自己的方法解决了生存问题。

事实上，气候决定论的认识论背景在于没有考虑人类的特性，人类闻所未闻的能改造环境的能力和利用不同资源的能力。但鉴于"环境的影响"这一永久性话题，在气候决定论的背后凸显的是人类在历史中更加多的宿命论想法。对于决定论者，是永远不可能有其他想法的，这种否认人类自由的方式最后导致了对现存秩序的证明。然而，正如我们将会看到的，这并不说明人类彻底征服了严峻的气候。

---

① 亨廷顿讨论在现今北部的干燥气候。

② 埃尔斯沃斯·亨廷顿：《文明与气候》(*Civiliztion and Climate*)。

第七节　动荡的小冰河期

约在1550至1850年间，欧洲总体气候变差的这段时期被气候学家称为“小冰河期”(petit âge glaciaire)。这一时期的气候特征为冬季较长且非常寒冷，夏季则相对凉爽湿润，同时结冰期明显提前。平均气温相比现在的气温低了1℃甚至是2℃。而历史学家埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里(Emmanuel Le Roy Ladurie)所著的《近千年来的气候史》(*Histoire du climat depuis l'an mil*)一书使人们关注到气候历史重大变化这一论题。

此外，这本书的语调并不完全是警告性的：作者在书中用轻松的语调批评了被之称为“气候学作者”的人，并且全书为之着墨很多。作者承认他一直都是以辩论的重点为中心。一方面他自己提出了问题：通常被想象的气候变冷有规律的过程以及匆忙定下的地理学上的划分。另一方面他在书中对气候现象在历史上的跨度进行了深入的讨论：就如我们所知道的，埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里是一个反决定论者，至少我们可以这么认为。但是他并没有对全球气候长期以来变冷这一事实进行辩驳，而这正是我们这一章节的主要内容。该章节中也提出了一些无法辩驳的证据来证明这一点。

另外，似乎确实是因为在经济和社会的双重作用下，14世纪以来，由于气候被破坏使格陵兰岛西南部维京人的建筑消失了。我们都知道这些移民人数不多，恶劣的气候对于他们来讲是生活的重大障碍。气候变冷首先使许多伊努伊特人迁移到格陵兰岛的南部，也就是被移民所占领的更适宜生活的土地上。这种迁移大约始于13世纪50年代，并且这种迁移活动至少在

之后的一个世纪内都没有停止过。不可避免的，有生存就有竞争，伊努伊特人完全和维京人一样猎杀海豹和麝鹿。这一时期的畜牧业经济由于牧地面积的减少也变得非常脆弱。由于气候条件变得更加艰难，浮冰流向更南面，这使已经非常困难的航海业变得更加岌岌可危。这些移民同北美陆地，特别是岛国的沟通变得更加稀少，之后更是没有了联络。从此之后，维京人的大量资源供应特别是金属制品被切断了：工具、武器、铁制品变得非常的稀缺。树木、木料，特别是生火的炉膛也开始缺乏。气候长期寒冷湿润使支气管肺病的发病率上升，同时也不可避免地提高了幼儿的死亡率。

1350 年西部的殖民地被放弃。东部更靠近冰岛[①]的殖民地一直支撑到 1450 年。1408 年，根据记载，维京人最后一次正式的活动是在霍尔西教堂（Hvalsey）的教区登记：这是一场婚礼…… 最后的维京人应该是消失于 1450 年。

1576 年，英国的航海家马丁 · 弗罗比歇（Martin Frobisher，1535—1594）在寻找西北通道[②]过程中一路沿着格陵兰岛南面部分行进，最后到达巴芬岛（Baffin）。在这里他只遇到了伊努伊特人。奇怪的是直到 1967 年，在约翰 · 里弗夫兰特[③]（Jean Riverain）所著的《著名航海家词典》（*Dictionnaire des marins célèbres*）一书中提到弗罗比歇是第一个发现格陵兰岛南

① 事实上，被称为“东部”的迁移区并不是在东海岸，而且因为冰山向南迁移的原因，即使是在夏天也非常难以接近。这一区域坐落在法韦尔角（Cap Farvel）的西北面，格陵兰岛的最南面。

② “西北通道”是指从北大西洋经加拿大北极群岛进入北冰洋，再进入太平洋的航道，它是连接大西洋和太平洋的捷径，发现于 19 世纪中叶。

③ 约翰 · 里弗夫兰特（Jean Riverain）：《年代久远的著名航海家词典》（*Dictionnaire des marins célèbres des temps lointain à nos jours*），拉鲁斯出版，非商业版本，一般仅作为礼物或是作为产品支付给参与书籍出版的人员，但是同正式版本的内容一致。

部的人，但是书中没有提到任何关于维京人航海家的信息。更加令人惊奇的是，维京人留下了如此丰富的历史足迹（教区登记、教皇尼古拉斯五世（Nicolas Ⅴ）给所有格陵兰岛主教的信，石头建筑和霍尔希教堂的废墟，墓地，保存完好的冰冻的衣服以及大量的日用品），但是除了斯堪的纳维亚人在非常近期的作品中有提及外，这些信息在文学作品中被历史学家们完全忽略了。

1721 年，在牧师汉斯·波韦尔松·埃格德（Hans Povelsön Egede，1686—1758）的带领下，丹麦人又回到这一地区永久定居了下来，他们试图寻找在丹麦商业化格陵兰岛的一些如海象的牙之类的财富，并且希望再次找到维京人的足迹，并且用各种方法福音教化当地的人民，这在当时是非常常见的。

一些有说服力的档案

几年前，因为参加日内瓦大学的一场关于科学和山脉[①]的历史关系的国际研讨会的契机，我有幸参观了这座城市人种志博物馆的一场描绘勃朗峰“山脉”地区的古老雕刻的展览。同时，因为这场科学研讨会以追随地质学家霍勒斯·本笃·德·索绪尔[②]（Horace Benedict de Saussure，1740—1799）的足迹远足游览夏蒙尼（Chamonix）和库马耶（Courmayeur）地区而告终，这使我有机会把这一地区过去同如今的现貌作一个对比。因为之前从埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里（Emmanuel Le Roy Ladurie）的著作中已经对这一现象有所了解，所以这一地区，特别是法国

① 让·克劳德·蓬（Jean-Claude Pont）和 约翰·拉基（Jan Lacki）：《最初的攀登者——科学与山的关系史》（*Une cordée originale. Histoire des relations entre science et montagne*），2000 年。

② 本笃·德·索绪尔（Horace Benedict de Saussure）是阿尔卑斯山脉科学研究的奠基人。

的波松冰川(le glacier des Bossons)和冰海冰川(la mer de Glace)以及意大利的布兰瓦冰川(le glacier de la Brenva),这些冰川数量的急剧减少确实深深地震撼了我。

埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里把自己定位为地质学家、考古学者或是专业的历史学家,这些名称的特点是它们的观点始终与最古老的文献档案保持一致,这与更加被近期历史所吸引的生物学家或是气候学家正好相反。对文献孜孜不倦的研究促使他萌发了将很明显都标有日期的仿品与当下的现状进行比较的想法:我们常常会想,为什么我们没有早萌发这一极有见解,但事实上也是非常简单的想法呢?

然而,勒鲁瓦拉杜里这种方法的一个方面是指冰山所呈现的面貌,冰山最蔚为奇观的一面:肖像学会告诉那些懂得提出好问题的人很多的答案。但是这种方法也告诉我们"……在很长的一段时间,并且在百年的甚至是几百年一度的变化趋势中,一些无法取代的知识"①。回到与农业历史相关的气候历史时期,《千年以来的气候史》这本书的作者发现了许多其他的资源,而这些对于1967年这本书第一次出版时的作者们来说都是没有想到的。就如,收获小麦和种植葡萄的时间是最容易揭露当时气候条件的因素:它们使我们能够重新构建气候的数量史。这些是从政府、教会完整的记录或是17、18世纪的管理或是审判机关的报告中发现的。当然勒鲁瓦拉杜里也没有漏掉其他的一些资源:已经被遗忘的某些神秘的祖先们所作出的贡献,对于他们为历史所作的贡献,勒鲁瓦拉杜里向他们致以最高的敬意。

---

① 埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里(Emmanuel Le Roy Ladurie):《千年以来的气候史》(*Histoire du climat depuis l'an mil*),1983年。

该著作最初的几页就已定下了全书的基调。该书以严厉地批评那些一开始就用气候决定论来解读人类历史的研究者开篇，这些研究者甚至没有研究过气候自身的差异性："就如艾尔沃斯·亨廷顿(Ellsworth Huntington)并没有进行过仔细的研究，只是盲目地去了解亚洲气候的变化情况；但是他最初的目的确实是希望通过气候来了解蒙古人的迁移问题。"[①]但这种对决定论的批评并不能使勒鲁瓦拉杜里的想法变得比较容易理解。因为事实上他不断坚持的又是他所批评的，是那些作者们所持有的气候学最根本的事件模棱两可的性质。他发现瑞典历史学家古斯塔夫·阿特斯特龙(Gustav Utterström)把 1300 至 1350 年这段时期的气候严格地进行独立分节，冰岛的谷物种植让位给了捕鱼业；而勒鲁瓦拉杜里对于这一观点的接受带有某些细节上的保留："这是完全模棱两可的一件事，可以从经济的角度，也可以从气候学的角度来解释。"[②]

这种与系统思维完全相反的思考历史的方法是开启纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里思维的关键，更重要的是，它也是让人们开始理解气候同人类社会关系的关键。只有一件事仍使我们感到不安：那就是我们最好不要有任何的完全确认性，也不要发了疯地完全追求系统性。对于第二点，一些作者将其批为"被躁郁精神病的恶魔所控制"，但是在勒鲁瓦拉杜里的笔下，这一点却被描述成了一种享受："杜格拉斯(Douglas)……花了好几年的时间在树木年轮……中寻找太阳黑子作用的"非持续 10 年的"[③]

① 埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里(Emmanuel Le Roy Ladurie)：《千年以来的气候史》(*Histoire du climat depuis l'an mil*)，1983 年。

② 同上。

③ "非持续 10 年的"(Undécennel)指退回到看到太阳活动每 11 年增加一次的一轮中；太阳黑子是更加冷的区域。

年轮。……布鲁克纳(Bruckner)花了35年的时间来区分温度计、葡萄的年代以及冰川期的终端。”[1]作者最后的总结定下了弥撒的基调:“……对于真正的气候科学来讲需要怎样的研究就如同魔法石对于氧气一般重要。”[2]

此外,这种躁郁精神病总是那么富有活力。通过网上的搜索引擎搜索“太阳活动周期”:我们可以进入作出以下定义的网站:“这种11年的周期也影响了小麦和葡萄酒的生产,稻谷的生长,欧洲中部植被的增加,非洲河流的水位,鲟鱼的繁殖,哈得逊湾兔子的增殖,北极光,美国工业发展的节奏,精神病医院接纳的患者数量,意外事故发生的数量,肺血管梗塞发生率以及梗死的发生率等。”只有肝脏疾病的威胁未被提及。同时我们也了解了历史上一些重要的收获期和大革命(从法国大革命一直持续到1968年5月,中间经历了1917年俄国十月革命和阿尔及利亚暴动等)都是在太阳活动“非持续10年”的丰年内所发生的[3]。

但这是定义气候科学史和人类社会之间关系必要的条件吗?首先,要从决定论,也就是简化论中解放出来。关于这一点,埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里提出了一种奇怪的表达“人类中心论”来定义这种方法,它主要指“……以一世纪为单位,设想一次人类史上的大危机,例如中世纪晚期的大危机,然后为它找到一种气候学的解释”;但是在这种情况下,先不论这种表达的不雅性,“气候中心论”这种说法是不是更为适合呢?其次是历史

---

① “非持续10年的”(Undécennel)指退回到看到太阳活动每11年增加一次的一轮中;太阳黑子是更加冷的区域。树木的年轮(Tree-rings)这个英语字母指在年轮学上树木圈数的增加。

② 同上。

③ 这使我们建议所有地球上不同种类的种植物都等待2012年来实现最大的丰收。

学家所提倡的:“……不要总把现实框在预想的周期内。”最后,必须严格遵守气候数据来建立一系列“数据基础”①。一些重大的事件被看作是气候变化的预示者,如大批人类的迁徙、饥荒和帝国的没落(如玛雅王朝的没落),就被用来作为各种最重要的预防措施,必须留神这些情况的再次发生。我们都知道饥荒可能发生在短暂但是强烈的气候退化之后,虽然这种气候退化的情况并不会引起强烈的气候变化。

那么在这之后,在埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里看来,哪些气候文献是可靠的呢?让我们来看一下其中的一部分:“……古老的气候观察结果;在这些之前,有账本……丰收的时间(比起收获的数量时间更有价值);关于冰川外貌的描述和图像。”②但这一切也会受到专业的批评:“因为这一代价,我们从……虚构的气候史步入了科学的气候史,这正如我们从此从炼丹术走向了化学术一般。”③

在当时,这种方法的结果与各方所收到的各种意见相左。就如一些挑动者发现北方橄榄树的种植文化的界限可以追溯到所有小冰河期的年代,特别是在1550至1600年这几十年的寒冷时期。这一反论产生的背景是因为当时的油橄榄树种植者想要把种植区域向北推进,以此来满足市场的需求!给这些狂热的“全气候”的发疯者造成困惑的是什么?相反的是,北方橄榄种植文化区域直到20世纪全球变暖的时期,因为欧洲南部和突尼斯之间橄榄油的竞争才往南移。

① 这使我们建议所有地球上不同种类的种植物都等待2012年来实现最大的丰收。

② 同上。“账本”(出自拉丁语比例,计量)指记录当天存货数量,一个家庭所拥有的事物的状态,日记账。这些资源对于人类社会历史,并且并要时,对于气候学来讲都是非常珍贵的资源。

③ 同上。

反教条主义的教训当然不止这一个。在埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里所举的另一个例子中，他指出14世纪巴黎北方葡萄种植的大衰退不应被错误地归咎于气候，真正的原因是这一种植业已不再盈利：1348年之后，劳动者因为瘟疫大量死亡导致人工成本大幅上涨。而在近15世纪60年代发生葡萄种植的反向运动也不能归咎于气候，因为这时正处于小冰河期的开始阶段；事实上，当时实际的工资比起14世纪的时候更低，从某些葡萄庄主可以支付起包括女儿在内的小孩的学费这一点来看，当时的葡萄种植业更加有利可图。举这一反面的例子是为了防止任何决定论的产生。仅以圣但尼(Saint-Denis)所发生的一切就仓促地将法国葡萄种植地都普及化是非常危险的。

埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里需要克服一个非常重要的困难：缺少直到18世纪中叶才出现的可靠的温度计，同时也没有直到19世纪才开始的有规律的气象观测，怎样来精确地描述“小冰河期”以及它的演化过程呢？要知道一个世纪平均温度的波动是极其微不足道的，上下几乎不超过1摄氏度！

常被提及的冰河期

第一支真正的温度计是由托斯卡纳大公爵费迪南二世德·梅迪斯(Ferdinand Ⅱ de Médicis, 1610—1670)和他的徒弟，同时也是过去伽利略(Galilée)的秘书伊万格利斯塔·托里切利(Evangelista Torricelli, 1608—1647)所发明的。这是一支酒精温度计，人工地标出刻度。它共有50个刻度，并且把冰溶解的温度定为13.5摄氏度。但是真正可靠的温度计直到18世纪才出现，当时出现了德国学者加布里埃尔·丹尼尔·华伦海特(Gabriel Daniel Fahrenheit, 1686—1736)所发明的水银温度计(1717)，特别值得一提的还有1742年瑞典物理学家安德斯·摄

而休斯(Anders Celsius，1701—1744)引入的百分刻度法，将水的沸点定为0摄氏度，冰的熔点定为100摄氏度！1745年，是卡尔·冯·林奈(Carl von Linné)建议把最初的刻度方式反过来，这样就变成了如今我们更为熟悉的刻度标记法。

因为缺少严格意义上的天然的温度计，在很长一段时期都只存在着一些大约的指示器，但所指示的结果是被放大的：就如我们说的17世纪的“冰期”。伴随着平均温度的微弱下降，几十年后冰川融水达到了高峰值。这种现象从1550年开始，水位上升的现象于1850至1855年左右结束。整个北半球的冰川融水的水位在1740至1750年这十年间达到了最高值①。在这段时期，挪威和冰岛的农田被冰川融水淹没或破坏；同样的现象也出现在美国的阿拉斯加。1850到1855年这段时期，阿尔卑斯山脉地区的洪水有时也是非常可怕的：冰海的水位比木头小村庄(Le hameau des Bois)的水位高了50米②。其他的村庄也被毁：16世纪夏特莱雅[Châtelard，地处第聂(Tine)和木头小村庄之间]，17世纪这个村庄完全消失；还有地处伯爵(Piget)海岸北部的博涅努伊克[Bonnenuict，也被称为博纳涅(Bonnanay)]也被毁。到处可见冰川融水的壮丽景观。在埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里的书中就有大量的实例。我们还比较了格林德尔瓦尔德的“较低冰川”在1775至1780年的突进和1966年的情况，该地位于瑞士德语区的伯尔尼高地。

于是我们可以用以下方法总结这一进程：从中世纪到1550至1560年间，冰川的高度远远高于居民住地的高度，这些地方都在17世纪至18世纪被水淹没或破坏。之后开始了水位上升

① 小冰河期的影响远远超过了阿尔卑斯山脉的地质框架范围，但是阿尔卑斯山脉的冰川在历史上似乎是被可以找到最多参考文献的区块。

② 1730年冰川木(冰之海)的冰峰高度相较于1911年低1 330米。

(伴随短暂的波动)；水位上升在将近 1850 年时达到巅峰。之后水位开始逐渐下降并一直持续至今。

“小冰河期”(little ice age)[①]的概念是由美籍荷兰地质学家弗朗索瓦·埃米尔·马休斯(François-Emile Matthes，1874—1948)提出的。但是某些作者并不喜欢用“小冰河期”这个表达，因为它本是指始于本世纪 500 年之前的几千年较为寒冷湿润的气候阶段，其他人则认为这一表达过于强烈。这些反对者更偏向于使用“菲尔努阶段或是变动时期”或更简单的“菲尔努”(Fernau)，这个词来源于提洛尔地区(Tyrol)的一座冰川，该冰川的冰碛层有着那一时代的特征。

但是，长期耐心积累的事实并没有改变埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里 19 世纪 60 年代末或许是他作为知识分子而存有的顽固念头的中心思想：在气候历史中杜绝运用模式论、机械论和决定论。他还提醒我们应该注意影响小麦收成的气候因素之间的细微差别：在北欧是气温；地中海地区为干旱；而在温暖的欧洲中部，则是过度湿润的气候环境！在这个地理环境多变的区域内，想要指定一种评判谷物种植的气候区分的可信的方法是非常困难的……此外，《千年以来的气候史》的作者还提出了这样的问题：“……菲尔努的冰川波动其中同时存在经济衰退期(17 世纪的一部分)以及经济的腾飞期(18 世纪)。在这样的情况下，怎样确认其中的因果关系呢？”[②]还有关于某些人口迁移过程中所出现的模棱两可的问题：“公元前 1 世纪日耳曼人因为无法忍受严酷的寒冷离开了他们原来的家园”[③]；但是他指出维京人确实因为相反的原因而作出了同样的选择：从 9 世纪开

---

① 小冰河期(Petit âge glacier)。
② 摘自埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里：《千年以来的气候史》。
③ 同上。

始，气候回暖促进了斯堪的纳维亚的农业生产，同时导致了相对的人口过剩现象，相互竞争间产生的失败者则往南和冰岛迁移。

当然，并不能因为气候差异性和人类的某些现象有关联就把它们用因果关系联系起来。此外，更普遍的是混淆关联性和因果关系的认识论错误经常会发生，而且这种错误常常难以显现出来，否则就会产生荒谬的结果：就如冬季运动的发展常常是在支气管肺炎高发的时间段内最为鼎盛；并不会因为禁止冬季运动就减少这些疾病的发生，也不会因为要照顾疾病就减少了从事滑雪运动的人员数量。出于所有这些原因，当我们看待一再因为气候条件而被人们不断提及的历史事件的时候就要特别小心，尤其是在小冰期时期法国发生的两次大事件：福隆德运动以及 1789 年法国大革命。

在灾难的威胁下生存

“福隆德”(La Fronde)是指 1648 年 5 月到 1652 年政治动乱和人民反抗的一段时期。当时社会的高等法院、封建派以及人民都参与了这场运动。这场运动的政治目的是当时巴黎的高等议会以及各省的高等法院想要扩张或是保留他们相对于皇权的各种特权。一开始，高等法院的作用是对赋税政策进行投票，但是由决定世袭收费的官员组成的巴黎的高等法院想要扩张他们的权利。而各个省的小法院或是当地的官员对于他们收到的钱财非常嫉妒，因此与国王急派的监督之间发生了冲突，希望提高赋税或是希望在地方建立法院。事实上，皇权的统治正处于一个非常脆弱的时期：当时在国王[①]未成年的很长一段时间内都由奥地利的安娜(Anne，1601—1666)任摄政女王并由红衣主

① 未成年的国王即指路易十四(Louis XIV，1638—1715)，路易十三(Louis XIII，1601—1643)去世时路易十四仅四岁半，1643 年，皇室法定的成年年龄为 13 岁。

教尤勒·马萨林(Jules Mazarin)掌权。由于对抗奥地利的“三十年战争”(1618—1848),法国早已不再是处于历史上最光辉灿烂的时期。这场战争因为1648年10月签订的《威斯特伐利亚和约》(les traité de Westphalie)即将结束,但是法国还需要在北部边境对抗西班牙直到1659年比利牛斯山和平①。因为支出远远大于收入的来源,所以需要重新找出一些财政应急措施。财政总监米歇尔·巴蒂塞里·德·赫梅里(Michel Particelli D'Hémery)居然想出了这些荒唐的办法:1644到1647年连续出现了一些法令和其他的措施:《测量法》(du toisé)主要打击了居住在非常靠近巴黎城墙的地主;《税率法》(du tarif)是指所有食品进入巴黎都要征入市税;《生活安逸者法》(des aisés)针对的是富有者,但是这些富有者马上就会被搜刮一空。

在主要的直接赋税相较于红衣主教黎塞留(Richelieu,1585—1642)统治时期已经翻了一倍的前提下,这一次赋税又增加了三分之一。最终,因为政府极度的贪婪,马萨林②想要拆分机关。这一做法引起了有权势者的不满,他们花费了大量的金钱收买这些贪婪的唯利是图的官员,所以完全不愿意与任何人分享他们的利益。而最终的结果是人民成为了社会最底层的受害人。我们从这一时期令人生畏的莱格尼尔(Laignet)的版画《贵族是蜘蛛,农民是蚊子》(Le noble est l'araignée, et le paysan la mouche)中可以看到一个贵族坐着,旁边是一只从外观上看同样高贵的猎兔狗,贵族丝毫没有给予农民任何一个同情的眼神就收取了农民所缴的税。在最前排一个装满小麦的袋子上写着“恶魔越多,他们的欲望就越大”。在画面的最上面和

① 1659年,西班牙同法国在比利牛斯山签订协议,战争结束,欧洲实现暂时的和平。

② 红衣主教马萨林(Cardinal Mazarin)是红衣主教黎塞留的继任者。

右边，我们可以读到下面的四行诗：

> 人民所拥有的越多，贵族想要搜刮的就越多，
> 这个可怜人哪，带来了他的所有，小麦，水果，金钱，色拉，
> 这个肥胖的绅士坐着，想要剥夺他的所有，
> 但是却没有给这个可怜人一个温暖的眼神。

法国农民的一切都被剥夺，而当时法国超过80%的人口都由这些农民组成。农民在不属于他们的土地上筋疲力尽地耕作，而耕作出的果实都被最为游手好闲[①]的贵族所霸占。或许有一天我们会因为布勒盖尔(Brueghel)描述法国16世纪以及南氏兄弟(Les frère de Nain)描述17世纪反映农民生活的画作而改变我们对当时农民痛苦生活的想象。但是当时农民的处境确实极其困难。基本的伙食就是面包。一旦连面包都没有了，那么等着他们的就只有死亡。

当时不仅是农民，在乡镇以及城市中也到处充斥着对于饥荒强烈的无法停止的担忧：1617年、1621到1622年，1625到1630年以及1643年冬季，"福隆德"事件前夕造成大量死亡的粮食饥荒都牢牢刻在每个人的记忆中。

一个四口之家每天所需的面包消耗估计为2.5公斤[②]。因为每年的产量还是非常少并且每年的产量差异性也可能很大，

---

① 贵族在当时不需要缴税，因为他们被认为已经为国王工作缴了"辛苦税"。但是我们都知道事实根本就不是这样，所有贵族都没有作出任何贡献。

② 参见：理查德·加斯特(Richard Gascon)：《16世纪的大贸易和城市生活：里昂和里昂的商人》(*Grand commerce et vie urbaine au XVIe sie`cle: Lyon et ses marchands*)。

小麦的价格有可能两倍、三倍或在几周内四倍地增长——在这种灾难中投机炒卖通常也是非常普遍的。同时我们也可以想象其后在这一现象中不起任何作用的、蔓延的心理上的疾病也加剧了饥荒的形成：城市里的资产阶级完全把自己困在自己的战斗中，而农民则不再出门，延后了播种期和收获期。经济的交流减少了。对产生流行病的警惕降低，可想而知，经济生活完全停滞了。

相关联的几次主要能够回忆起的福隆党运动（即投石党运动）都能够用这些灾难来解释：不论在分裂还是互相斗争的时期，当权的政府所担忧的都是人民的怒火。从 1358 年的扎克雷起义（1358 年 5 月 21 日至 6 月 10 日）开始直到最近的 1632 年第戎葡萄种植者反对财政政策的运动，让当局者担忧的“恐惧”[1]接二连三地发生，这些搅乱了当局者原本设想的情境。

“法庭里的床”[2]（lit de justice）是指一次高等法院正式的会议，在这次高等法院会议中国王和主要的国家有权利的人批准王室的决定。在 1648 年 1 月 15 日的会议中，高等法院通过了拆分机关的决定，但是第二天早上又取消了这一决定：高等法院福隆德运动（1648—1649）随之展开。深得民心的议员皮埃尔·布鲁塞尔（C. Pierre Broussel，1575—1654）在这次反对马萨林主教的活动中起了非常重要的作用，而另外一位巴黎大主教的助理主教，在当时想要成为第一位部长，也就是未来的红衣

---

① “恐惧”（Effroi）该词在 14 世纪被用来指这次大起义，起义被纳瓦拉王国绰号坏人的查理二世（Charles Ⅱ de Navarre，dit le Mauvais）所瓦解，该词后来更广泛地用来指所有农民的起义。“扎克”（Jacques）一词在 14 世纪就被用来指农民，但是“扎克雷起义”（Jacquerie）一词直到 1572 年才被专栏作家尼可·吉尔斯（Nicole Gilles）使用。

② 这么命名是因为国王坐在一个 5 个垫子拼成的临时的座位上，而不是坐在王位上。并不是所有的国王都会参加议会的会议。

主教雷茨，约翰-弗朗索瓦· 鲍尔·德·龚第(Jean-François Paul de gondi，1613—1679)也在这场运动的形成中起了重要作用。5月中，其他国家权力分支机构(军机处、财政处以及帮助中心①)都加入了巴黎高等法院的阵列，并且很可能是受到英国的影响，他们开始起草一份具有宪法作用的宪章。他们集合在法院中一间被称为"圣·路易斯室"(chambre Saint-Louis)的房间。磋商出现的有意义的结果是《27条宣言》(déclaration des Vingt-Sept Articles)：加强最高法院的权力，禁止对皇室财政权的滥用(也就是取消派遣的总督)，保障享有英国式的人身自由，反对鼓吹专横的皇权。

奥地利安娜摄政女皇并不支持这种"君主体制中的共和国"，利用皇权在对西班牙的战争中取得的最后一场胜利，即由王子大孔德·波旁路易二世(Condé Louis Ⅱ de Bourbon)带回的在朗兹②(Lens)的重大的胜利(1648年8月20日)使君主皇权变得更加牢固这一点，8月26日，在巴黎圣母院前唱着颂歌歌颂胜利的同一天，她逮捕了议员布鲁塞尔以及高等议会反对者的几个主要带头人。

暴动马上又发生了。众多街垒被筑起，情况非常混乱。"福隆德"被用来丢置，特别是用来袭击某些皇权用户者的官员的住宅和窗户。布鲁塞尔被立即释放。暴乱因此平息，但是首都在之后的四年内都一直非常不安定。巴黎人被分裂了，对领袖没有达成统一的共识，并且似乎没有一个明确的目标。在当时的情况下，人们对任何事物的激情都是短暂的、充满暴力而且表面

① 帮助中心是指一个处理财政和税收分配问题的上诉法院。

② 朗兹(Lens)是历史上弗兰德斯省的一个重要战略城市，如今是法国北部加来海峡的一个重要城市。

的。同时出现了一些攻击马萨林红衣主教的文章①,这几千本的小册子同时具有政治性但是粗话连篇,有时候是自由的,但是大多时候都是傲慢无礼的,这反映了当时首都的氛围:到处充斥着批评国家和某些以红衣主教马萨林为首的有权势的人的声音,但是事实上这些人并不是连贯的政治思想的承载者,更不能被看作是一个国家的纲领:

"福隆德"带来了公平公正
把马萨林打击到了最底层
通过所有人的联合暴动
打击了这个真正的无赖②。

1649年1月5日,皇室逃离巴黎前往圣日尔曼。年轻的国王于1月6日晚上逃离皇宫。但是高等法院福隆德起义者很快分化瓦解。孔德(Condé)率领的皇家军队包围了巴黎。英国查理一世(Charles Ier)(1600—1649)被处决的消息,投石党派的亲王,大孔德的弟弟,孔德亲王阿尔芒·德·孔德(Armand de Bourbon, Prince de Conti, 1629—1666)同西班牙人的协商以及对饥荒的恐惧促使高等法院和资产阶级同国王妥协。主要的贵族拿到了抚恤金,并且享有了更多的特权,而高等法院获得的则是其在1648年圣路易斯室举行的会议所提出的要求此次均被批准通过。1649年4月1日,签订《吕埃耶和约》(la paix de Rueil)。

---

① 题目为反对马萨林红衣主教的宣传册,起因于作家保罗·斯卡龙(Paul Scarron, 1610—1660),斯卡龙是《喜剧小说》(*Roman Comique*)的作者。

② 攻击马萨林红衣主教的有插图的布告上的一段文字(节选),摘自在线马萨林博物馆。

从中我们可以看出1647至1650年间起重大破坏作用而导致面包价格上涨的气候环境在这次的政治动荡中只是开了一个头。但是这给王室和法院敲响了警钟：人民彻底的反抗可能会妨碍他们的统治，甚至对他们的统治形成严重的威胁。而在1650到1653年期间的亲王福隆德运动中，相较于前者的高等法院福隆德运动，对于饥荒灾难，气候更是没有任何的责任。都希望扩大自身特权的亲王、封建拥护者和最高法院之间的战争都是代表了狡猾的政治手段，这种政治手段只能给人民带来深重的苦难，而最令我们感到不安的是这并不是首次出现的情况。

同时，我们也几乎可以确信，气候在这场福隆德运动中所扮演的角色几乎是可以忽略不计的，而且从这场运动之后激起的矛盾，包括野心和家庭的斗争中我们看到，人民的苦难在当中更多的是一种威胁而不是导火线。少数国王派的人在16世纪50年代的事件中所起的作用远比寒冷的冬季和湿润的夏季对面包价格的不断上涨所起的作用更大：虽然1646至1650年间春天结冰，夏季潮湿发霉都是不可否认的事实，这种气候条件确实会使面包价格上涨，并且妨碍历史学家在17世纪中叶完全将气候与历史分开。

"太阳王"路易十四统治时期的不良气候

但是，在认识论的结构内部也出现了一些细微的差别：不良的气候环境在较长的一段时期内所起的作用要比在如福隆德运动这类较短时期的时间中所起的作用大。不良的气候也可以和其他的原因一起被包括在一些历史事件的起因中。法国大革命之前的几十年(长时期)以及1787到1788年这段时期就是这种情况，气候就是历史事件形成的起因之一。

从1691年起，法国的气候条件完全恶化：冬季长时间的冰

期抑制了谷物的生长，而多雨凉爽的夏季又破坏了收成[①]。1693年又遇到了寒冷的春季，这种气候下谷物的收成期被延缓（小麦竟然直到8月才发芽！），紧接着多雨的9月又使一部分的收成腐烂。面包的价格不断上涨，在这种情况下为了控制饥荒的灾情，路易十四下令在首都巴黎的多个地点廉价出售面包。1693到1694年的冬天非常寒冷干燥。这种气候条件造成的后果可想而知："1品脱的小麦在4月3日时售价为34里弗尔[②]，但是到5月1日的时候已经卖到52里弗尔。偷盗抢掠的行为在首都巴黎的近郊不断增多。"[③]这场灾难在两年内所造成的受害者几乎同1914到1918年四年间的战争的受害者数量一样多。1708年，又突然出现了同样恶劣的气候。

大雪覆盖了整个法国。鸟儿飞着飞着就无力地掉落下来。这一细节经常出现在一些编年史，其他的地方或是在其他年代也被提及。虽然要夸大一部分的描述是比较困难的，但是历史学家还是应该考虑到这一点。这种困难的处境一直持续到1709年。之后的状况有所好转：例如，1710到1739年的气候是非常温和的。1778到1781年这段时间，温暖的冬天和炎热的夏天使这段时期都获得了大丰收。但是对于这段时期气候好转所带来的结果的评估还是值得商榷的：小麦的价格在1762到1789年间翻了一倍多。

但是从1782年开始，气候又严重变差，而且是持续性的：全年气候寒冷，结冰期姗姗来迟，这是非常灾难性的，再加上多

① 乔尔·科尼特(Joël Cornette)，《编年史》*l'Histoire*，第25节号"太阳王统治下可怕的那些年"(*Les années terribles du Roi-Soleil*)，第42页。

② 里弗尔是当时的货币的重量单位，1里弗尔相当于1磅白银。

③ 乔尔·科尼特(Joël Cornette)，《编年史》*l'Histoire*，第25节号"太阳王统治下可怕的那些年"(*Les années terribles du Roi-Soleil*)，第43页。

雨的夏季，这种气候将导致的严重后果完全不亚于结冰期的迟来。许多历史学家都认为这段时期的气候在法国大革命的爆发中起了非常重要的作用。这种极差的气候反复出现在 1783 年、1784 年、1786 年、1787 年和 1789 年。

相反的是，1788 年的夏天非常炎热干燥。在这段时期，谷物和葡萄在收获前就变得枯萎、变黑、干瘪：这是一种由于暴晒而引起的干缩，发生在法国北部以及整个巴黎盆地。1788 年 7 月 13 日，法国城市博斯(Beauce)的大部分地区遭到了偶尔在夏天突然到来的冰雹的袭击，当年的收获因此遭到致命的打击。后一年的冬天，气温骤降。巴黎在几个月内连续降雪。超低的气温甚至使塞纳河都结了冰。对社会最底层的人民来说，气候所造成的后果是非常严重的：粮食严重短缺，饥荒灾情严重以及粮食价格上涨。从人民当中一开始只是隐约可以感受到的怒火随着城市中失业率的提高愈演愈烈。农村中多处出现了暴乱。社会处于一片混乱中：小麦车队被抢掠一空，城堡被焚毁，猎物被撕杀，人们不再上缴税费或是其他财务给封建统治者等。因为一直处于寒冷的冬季，原本就已非常昂贵的生活木材的价格继续上涨，这些对于想要熬过 1788 年这个寒冷的冬天的百姓们来说真是一场痛苦的煎熬。

人民是社会的根本：而此时他们又将登上历史舞台。1789 年，因为法国支持美国的独立战争导致政府的财政赤字问题非常严重，而当时赋税的重担又都是压在农村辛勤工作的人民身上。国王路易十六决定召开三级会议，试图在会议中通过增加赋税的决定。1789 年之初，法国三个等级[①]的陈情书手册(其中

① 封建社会时期，法国将人们分为三个等级：教士为第一等级、贵族为第二等级、资产阶级等其他人为第三等级。

也包括贵族的陈情书）撰写完毕，同时 1789 年 2 月到 5 月间选举了代表。一种渴望改革的渺茫的但是又强烈的愿望是这些事件中第三等级的标志，特别是在 6 月和 7 月取得胜利后，这种愿望明显变得更加强烈。在这里简单提一下，1789 年 6 月 17 日，第三等级的代表宣布他们要求建立国民议会（因为他们至少代表了“国家 96%的人口”）并且未来任何一项税收政策在没有得到他们同意的前提下都不能被通过。

从 1788 年的冬天开始，农村处于一片混乱中。7 月 20 日到 8 月 10 日之间，几乎法国三分之二的地区都有人民起义。这段时期被称为“巨大的恐惧时期”（Grand Peur）。农民害怕土匪强盗，到处游手好闲的工人，可能反抗的外国团体和移居者，最后是饥荒。他们有时候将自己武装起来，潜入城堡中要求贵族放弃他们领土的特权。此外，农民都纷纷疯狂地逃离他们的村庄。

因为害怕形成大范围的农民起义，高等法院非常慎重地考虑了这种无政府状态。在一些贵族代表、自由人士或是其他一些狡猾的人的召唤下，高等法院决定作出妥协：这是在 8 月 4 日的晚上。特权以及征收的买官费被废除并且公布了每个人相对于每个职务所应尽的义务。即使那些最谨慎的最严格的反决定论的历史学家也认为在 1789 年夏季开始的法国大革命中，气候是一个不可忽视的促使革命发生的诱因。显然，“不可忽视”是一个非常模糊的表达。历史不是某一门科学，可以通过做试验来比较各项参数。所以想要更加精细地下定义似乎是非常困难的。

第八节　长冬之谜

气候幻象最长发生的一个领域就是军事领域：俄罗斯撤退

的灾难不能归咎于拿破仑一世的毫无预见性，而应归咎于俄罗斯的严冬；能够重新收复被希特勒军队所占领的苏联的大片土地的最重要的并不是因为努力要求解放的人民，有坚定的政治信念的共产党员所组成的红军或是因为这支军队有能力极强的领导者，最重要的是因为苏联 1941 到 1942 年和 1942 到 1943 年期间令人难以招架的寒冬。我们可以看到应该以一种更加简单的方式来记录历史。回顾历史，1346 年克勒西会战（la bataille de Crécy）中腓力六世（Philippe VI de Valois，1293—1350）所未预料到的失败就是因为在战争中突然而来的暴风雪压倒了法国弩的弓弦！那些最激进的反对这种气候论的反对者所持的观点是，两方的军队都面临同样的气候威胁，这是在军事计划的制定中都需要考虑到的问题。但是，匆忙的普及化就气候和人类社会的关系而言是极具破坏性的：在某些情况下，气候所起的作用是非常大的。人们思考着气候在 1944 年 6 月 6 日诺曼底登陆的决定中或是在第二次世界大战大轰炸的胜利中所起的作用。在其他的情况下，如苏联的战败，或是 1942 至 1943 年二战东方战线的军事行动中，气候究竟扮演着什么样的角色？因为没有一个具体的标准来衡量气候的作用，正如克勒西会战中所体现的，有的时候气候会特别地帮助事件中的一方。

百年战争是由王位的继承问题所引起的。1328 年，在腓力五世（Philippe V le Long，1294—1332）去世后，因为没有法国的直系继承人，最终腓力六世（Philippe VI de Valois，1293—1350）被授予了皇位。因为在王朝的继任方面，规定女子和女方的亲属都不得继任皇位，因此腓力六世可以继任皇位：自此之后，任何女子都不可能继任法国的皇位。但是，1337 年，爱德华三世（Edward Ⅲ）要求重新被授予法国国王的皇位，因为他是腓力四世（Philippe IV le Bel，1268—1314）的外孙，这是很近的

直系血亲关系。于是，百年战争被挑起了。英法两国第一次的大会战发生在法国北部的克勒西市。英国国王登陆后，直接北上同腓力六世交锋。

瓦伦西瓦的编年史者让・傅华萨(Jean Froissart, 1337—1404年后)用庇卡底方言这样记录道，1346年8月26日星期六，暴雨突然袭击了双方的军队(“像是要把两边的军队都吞噬一般”)：“……天空下起了倾盆大雨，豆大的雨滴倾泻下来，雷声也隆隆作响，打起了恐怖的闪电。在这场大雨仿佛要将两军都吞噬一般，简直就是世间最大的一场风暴。……在这场大雨后，开始打起闪电，闪电忽闪忽明：刚从法军一方闪过，不一会儿又从英军一方闪过。”①

人们认为这场暴雨使热那亚的十字弩手的弓弦松动了——这些弩手是法国的外国雇佣兵。如果这样的话，暴雨同样也使英国人的弓弦松动了，但是事实并非如此……可以预想到的是，接二连三的困境使法国人变得疲惫不堪。似乎这一次，这样的气候条件对法国人来说更为不利：英国爱德华三世领导的英国军队纪律良好，休息充足，但相反的是他们所等待着交锋的腓力六世的军队却正处于一种难以描述的混乱中，并且法国军队在如何应对敌军的问题上毫无准备。为了侦查在战争中分为三部分的英国军队，法国先锋队到达后停下了。腓力六世原本希望他的部队可以好好休整一下——有些部队从早上开始就一直在行进中。但是混乱、傲慢、急躁、无纪律性可言的法国骑士们(他们都在那里)很快就发动了进攻。只有愚昧的勇气是不够的。英国人接到了不留下任何一个俘虏的命令。克勒西会战是一场

① 摘自让・弗罗萨尔特(Jean Froissart)：《编年史》(*Chroniques*)，第一部，第9章，第278页，“闪电”(Esclistres”：éclairs)。

大屠杀。法国骑士们在这场战争中失去了他们最精良的部队。

法国人正面阳光的这一优势并未使他们在战争中获利：当时已经是将近 19 点的时候，太阳快落山，而且又是在逆光的情况下，怎样能在这场混战中区分法国人和英国人呢？在这种情况下想要区分是非常困难的，于是法国国王下令把热那亚十字弩手分成一块一块：毫无疑问这是因为许多的人逃跑，并且干扰了法国骑士们向敌人冲锋。

那么我们认为气候，或者更具体地来说当时的天气在这场战役中扮演了怎样的角色呢？可以肯定的是，它对两军都造成了不利的影响；很可能比起对英国的长弓来说，天气对于法国十字弩手的弓箭更为不利；但是可以非常肯定的是，当时两军所展现的作战状态，包括精神面貌、组织纪律以及策略计谋，才是真正使气候在两军中发挥不同作用的决定因素。再一次强调，气候状况虽然应该被考虑在内，但是不应该被认为是决定性的因素：在话剧表演中，许多的剧作都可以在没有任何装饰的情况下表演；但是装饰却可以起到非常重要的作用。1812 年俄罗斯大撤退，这一前所未有的大灾难就属于这类情况。

雪，不停地下着……

在同英国人维持和平仅仅一年后（1802），战争又开始了："篡位者"（usurpateur）在欧洲是一种不能被容忍的威胁。1805 年 10 月 21 日的特拉尔法尔加战役（la bataille de Trafalgar）使英国完全拥有了海上控制权。但是拿破仑在陆地上取得了一系列重大的胜利：1805 年 10 月 20 日，拿破仑的大军在乌尔姆（Ulm）打败奥地利军队；同年 12 月 2 日，大军在奥斯特利茨（Austerlitz）打败了奥俄联军；之后于耶拿（Iéna）打败普鲁士军队（1806 年 10 月 14 日），于弗里兰德（Friedland）打败俄国

(1807年6月14日，之后又在瓦格拉姆打败奥地利军队(1809年7月5日和6日)。三个欧洲最强的陆上军事大国都被拿破仑的大军打败了。从1806年起，意图引发英国的经济和社会危机的"大陆封锁"政策使英国严重受创。为了使封锁政策成效更快，封锁的程度当然越严密越好，而这又使帝国面临了新的战争：战争于1812年发生在伊比利亚半岛和俄国，因为从1810年末开始，沙皇亚历山大一世(tsar Alexandre Ier)宣布不再执行大陆封锁政策。在俄罗斯战役的失败是拿破仑辉煌战绩的一个转折点：帝国的陨落从1812年冬季可怕的大撤退开始。

人们已经开始试图想象那一个时代的面貌，而维克多·雨果[①](Victor Hugo)的作品对于我们构建这次拿破仑的失败起了很大的作用：

> 下雪了，人们被大雪所征服。
> 第一次，老鹰低下了它们的头颅。
> 这该死的日子，国王缓缓地踏上了归途。
> 放弃了身后在大火中熊熊燃烧的莫斯科。
> 下雪了，严寒造成了雪崩。
> 穿过眼前白色的平原，只见眼前又是一座白色的平原。(……)
> 下雪了，不停地下着，宣告了严冬的到来。(……)
> 世界被厚厚的积雪所笼罩，一片寂静。
> 对于庞大的军队来说，大雪仿佛是一块庞大的裹尸布一般；(……)

① 维克多·雨果(Victor Hugo)：《惩罚集》(Les Châtiment)，第五部，第八章，"赎罪"(L'expiation)。

但是这场灾难能够完全归咎于寒冷的冬天吗？拿破仑大军于 1812 年 6 月进攻俄国。俄军先后于维捷布斯克（Vitbesk）、斯摩棱斯克（Smolensk）和博罗季诺（Borodino）战败，但是每一次都不是决定性的战败。1812 年 9 月 7 日的博罗季诺战役（又叫“莫斯科河战役”）造成的死亡人数最多：拿破仑军队的 110 名陆军上校和 43 名将军在这场战役中牺牲，大多数人都死于双方猛烈的炮火攻击下。法军共失去了 3 万名将士（被杀，受伤和遭俘）。俄国军队撤退了，拿破仑进驻莫斯科：为了获得这场明显非常短暂的胜利，法军付出了高昂的代价。

9 月 15 日，把营地驻扎在克里姆林宫堡垒里的拿破仑在夜里被叫醒：莫斯科全城都在一片火海中。事后，法国人说纵火者正是俄国人，而俄国人则谴责法国人一再的不谨慎，把责任推在掠夺者和夜晚营地里为抵御寒冷而点的篝火上。16 日，拿破仑逃离克里姆林宫。18 日，莫斯科城三分之二面积的地区都被火焚烧。法军参谋部敦促拿破仑尽快离开莫斯科，但却遭到了拒绝：拿破仑认为即使是部分的撤退也会使法军士气低落，助长沙皇的气焰，更会破坏帝国在欧洲的威望。拿破仑几次试图与俄国进行和平谈判，但都遭到俄方的拒绝。拿破仑似乎低估了俄国人民在遇到敌人入侵时可能拥有的巨大潜力（俄国人民第一次展现出这种伟大的爱国力量是在 200 年前），同时在拿破仑大军无以复加的烧杀抢掠之下，对于拿破仑来说理智的逻辑思维往往不是他所主要考虑的，而对于士兵来说，扮演掠夺者、无赖的角色往往是他们得以生存下去的唯一法则。于是拿破仑打算摧毁莫斯科的一切后前往圣彼得堡。拿破仑的亲信们曾试图阻止拿破仑，但是没有成功。10 月 13 日，所有与俄国的谈判都失败了，而莫斯科已经被积雪所覆盖，气候的变化使拿破仑非常担忧。19 日早晨，大军开始撤离莫斯科。士兵们都装备不

全，又处于极度疲惫的状态。但是他们的撤离因为众多的车辆以及装满各种战利品的货车所拖延。10 月 22 日，10 万大军撤离了这座被严重焚毁的城市。

拿破仑的对手，元帅米哈伊尔·伊拉里奥诺维奇·库图佐夫(Mikhaïl Ilarionovitch Koutouzov, 1745—1813)是一位非常有谋略的军事家(虽然人们经常谴责他过度的谨慎)；他的计划是非常小心地移动他的部队，把拿破仑军队一直拖垮到最后。俄国人就是听从了他的命令在博罗季诺战役后坚定不移地执行着沿路焚毁的策略。他在俄军的整个撤退过程中都与拿破仑军队紧紧纠缠着，他始终包围着敌军，将敌军的移动范围牢牢地控制住，除了算不上俄军彻底失败的马洛—拉若斯拉维特(Malo-Iaroslavets)这场战役外，从未与拿破仑正面交锋。但是他仍然靠着哥萨克骑兵和俄国游击队的进攻不断地骚扰着拿破仑军队，这些有良好组织性的俄国游击队的数量竟然达到 4 万人！这不禁令人想到西班牙人的游击战术。1813 年，就在把入侵者赶出俄国后，获封斯摩棱斯克公爵衔的库图佐夫病逝于西里西亚(Silésie)。

1812 年 10 月 26 日，准确地说，法军大撤退的决定是这一天制定的：拿破仑大军完完全全从他们来时的路撤回，走过布满腐烂尸体的博罗季诺战场。大军由于极度疲劳，队伍拉得越来越长。许多掉队的人(大多是和老婆孩子一起住在莫斯科的外国人)被哥萨克骑兵或是大量的俄国游击小分队所杀害。天气变得越来越冷。粮食越来越紧缺。越来越多的士兵身体状况发生问题。后被封为莫斯科亲王的元帅内伊(Ney, 1769—1815)接到命令担任最危险的被库图佐夫所追击的后卫。进入 11 月，气候急剧恶化：大雪不断，温度降到了低于零下 10 摄氏度。疲惫又未被完全保暖的马儿成百匹地倒下后在田野里被野

兽所吞噬。在撤退后仅仅 15 天，撤离莫斯科的 10 万人已经损失了一半。

幸存者到达了斯摩棱斯克，在俄国中央西部接壤处，发现了一个城市，但是城市里没有一点粮食：游击队攻击了船队……军事情况对于拿破仑大军来讲越来越不利：库图佐夫和他的将领们加紧攻击着部队的两翼。大军必须赶紧撤离斯摩棱斯克以避免被俄军包围。但是，这么一来必须穿过第聂伯河（Dniepr）的一小段支流，而这条河流别列津那河（Bérézina）也成为了灾难的同义词。

11 月 22 日，拿破仑下令尽全军一切力量，减轻军队的负担：军队放弃了一部分的车辆和装载行李的搬运车。原本拖着车辆的马儿被编入炮兵部队，和无数军官的马儿集合在一起（这些军官已经选择放弃大炮和步兵一起徒步前进）。在鲍里索夫城（Borissov），唯一一座可以使法军安然渡过别列津那河的桥已被俄军烧毁。但是拿破仑得知在鲍里索夫城的北边有一处可以渡河的浅滩。因为天气突然回暖，水位高涨以及大块的浮冰顺流而下使得渡河非常的困难，但仍然是可能的。最重要的仍然是建造一座桥。这里河流两岸之间不到 50 米，但是因为河两岸的沼泽地非常不稳固，所以需要扔下大约 100 米的工程物。最终，由托架组建成的两座救命桥在克服重重困难后建成了，一座供步兵通过，另一座供运输搬运车、货车和大炮。

拿破仑的一个非常大的长处就是懂得变通：拿破仑大军应向立下大功的让 · 巴蒂斯特 · 埃布莱（Jean-Baptiste Eblé，1758—1812）将军致敬。在拿破仑下令破坏一切的时候，他就非常有先见之明地保留下了许多之后收益无穷的东西：锻铁炉、钉子、建造桥梁所必需的金属零件等。剩下所要做的就是找到木料：临近的住在枞木屋里的俄国可怜的农民与他们达成了交

易。从25日下午一直持续到晚上的建桥的过程中，拿破仑都佯装使俄军认为他的目的是重新修建鲍里索夫城那座已经被俄军破坏的桥梁。诡计得逞了：哥萨克骑兵撤走了浅滩周围的部队以加强其他地区的力量。拿破仑先让一些部队靠木筏和马先过河以保护架桥兵，然后再让部队过河。自此，渡过别列津那河成为了可能。

11月26日快接近中午的时候，部队开始渡河。第二座桥的渡河从下午开始。据目击者称，每当一个托架折断时，该处托架会在3小时内紧急抢修完毕。夜晚的到来使渡河停止了，但是4万名掉队的士兵却可以用建桥剩下的木材在附近的树林中扎营！这一自杀性的行为是非常难以解释的：这些可怜的人难道是不想离开提供给他们柴火的这片森林吗？真相似乎正是我们所想的这样，因为所有的人都拥挤地围在这可怜的篝火旁边取暖[①]。他们没有试图想要渡河，但是很明显机会已经优先给到了这些人的手中。28日，俄国人终于恍然大悟并且攻克了鲍里索夫城的要塞，必经之道，法军中掉队的人被俄军俘虏或是杀害。29日，俄军继续向前推进，但为时已晚：拿破仑军队中仅存的有生力量，估计在1.2万至1.8万人之间，已经渡过了河。元帅内伊把摧毁桥梁的时间推迟了2个小时，为的是可以让更多的逃亡者渡过河。

战争接下来的部分是非常可怕的：时处11月末，白俄罗斯的寒冬突然来临。气温降到了零下20甚至30摄氏度。没有粮食、极度疲惫、手脚经常是处于结冰状态，仿佛幽灵一般的拿破仑军队的士兵们于1812年12月16日再次渡过来时穿过的涅

① 一些目击者估计大约有10万辆四轮马车和矿车等，车上装满了从莫斯科掠夺来的各种财物。在敌军的炮火攻击下渡河是非常危险的：大量的妇女和儿童死于极度的惊恐中。哥萨克骑兵屠杀了约5 000至10 000人。约1万人被俘。

曼河。拿破仑军队对俄罗斯军队的宣战悲剧性地结束了。自此之后，拿破仑难以真正地重建往日的辉煌。据拿破仑所说，由艾曼纽尔·拉斯·卡斯(Emmanuel de Las Cases，1766—1842)记录于《圣·伊莲娜回忆录》(*Mémorial de Saint-Hélène*)中，1815年法国5万人，俄国30万人失去了生命。这一数字并不真实：它并没有包括同盟国、附属国，甚至是一些1812年属于法国或是在维也纳条约中划归为法国的省份在这场战争中死亡的士兵人数。根据历史学家让·蒂拉尔(Jean-Tulard)的统计，在67.5万进入俄国的法军中，所有损失的人数(包括死亡，被俘以及逃兵)高达30万人。

是谁打败了欧洲雄鹰？俄国的寒冬？库图佐夫元帅和他的将领们？哥萨克骑兵和游击队？拿破仑军队几乎被完全切断的粮食供应？拿破仑在莫斯科所耽搁的时间？还是白俄罗斯望不到边的平原？历史因素就如我们所看到的，往往是多重的，且各种因素间都是密不可分的，而寒冬对于双方阵营来说都是公平的。如果说俄国的寒冬只是加快了一场不可避免的军事灾难的到来，那么非常确切地说，100年后，另一场造成更大灾难的对俄国的侵略可以给这一问题提供一些解答。

“巴巴罗萨”侵苏计划

我们有时会讨论希特勒部队入侵苏联的代码和时间的象征意义。“巴巴罗萨”(Barberousse)是领导十字军东征土耳其的德国皇帝腓特烈一世(Frédéric Ier)的绰号。希特勒选择这一代码的原因应该是希望他的部队可以像十字军东征般攻克共产主义的大门。说到进攻苏联的时间(1941年6月22日)，这使我们想到了拿破仑入侵俄国的时间也是6月22日。诚然，这只是历史学家出于好玩发现的趣事，但是从两次进攻中，我们可以

发现拿破仑和纳粹的进攻中确实存在着一些相似之处：人民都遭到了入侵者的突然进攻，可怕的冬季（1941 年和 1942 年）的作用以及俄国人民再次展现出的全民动员性（军队和游击队[①]的组织性越来越好）。而我们也知道拿破仑在俄国所遭遇到的失败是德国将领们挥之不去的梦魇。我们可以想到的将领，如北方军群司令以及围攻列宁格勒（Leningard）的维廉・里特尔・冯・勒布（Wilhelm Ritter von Leeb，1876—1956）出生于 1876 年。他很可能认识一些在拿破仑战争时代还是孩子的人们，也就是说对于这件相对于我们来讲已经非常遥远的事件，他们有着非常具体的了解。而冯・勒布的情况和其他俄国将领的情况是非常相似的。但是对于两次战争的入侵方以及他们战败的比较也仅止于此。

苏德条约[②]（Pacte germano-sovétique）破灭的主要原因有三个：德国反对苏联的布尔什维克主义，德国领土的不断扩张对苏联造成了严重威胁以及德国对苏联丰富的地下资源的贪婪（入侵者特别垂涎于高加索地区丰富的石油资源）。而最令我们感兴趣的是第三点原因，因为它是我们评估气候在这次事件中所起的作用最根本的一点。这一贪念使希特勒作出了一些致命的战略错误，而从这里又可以让我们重新评估在这段二战时期关键的时间段中冬季所起的作用。

1941 年 6 月 22 日，俄国的夏季来临，超过 300 万的德国军队，依靠 3 300 门大炮的猛烈攻势，闯入了苏联边境。“巴巴罗萨”侵苏计划开始了。苏军被编排成 230 个师，每个师14 000人，并配备 2 万门大炮（大多数技术上都超负荷配备）。23 日和

① 从德国人侵苏联到最终离开，将近 80 万游击队员参加了战斗。

② 我们知道这一互不侵犯的和平协定是违反常规的，其中包含了一些关于秘密瓜分波兰的条约。

24日，德国空军摧毁了俄国空军很重要的一部分，其中摧毁的大部分是地面的飞机。在一个月内，德国空军部队摧毁了苏联4 500余架飞机。这使苏联至少在接下来的一年时间内都在没有空军的支援下进行所有的军事行动。28日，德军占领了明斯克。苏军15个师被德军包围，必须撤退。德军的疯狂进攻真是快如闪电，他们在1个星期之内已经攻入了320公里。7月3日，或许是受到了库图佐夫（Koutouzov）的启发，斯大林（Stalin）在一次广播中下达了沿路焚烧的命令。7月10日，德军渡过了第聂伯河（Dniepr），15日，占领斯摩棱斯克（Smolensk），30万人被俘。7月22日，德军装甲部队暂时中止了他们的进攻，为的是可以让步兵跟上他们的脚步。5天后，希特勒命令充满激情的统领第二装甲集群的海因兹·古德里安（Heinz Guderian，1888—1954）上将改道转战南方，以攻占苏联重要的工业中心。古德里安原本想要继续征战直取莫斯科，但是他不得不服从命令。在北方，8月19日，冯·勒布率领的军队到达列宁格勒的郊区并且包围了这座城市。一直想要进攻莫斯科的古德里安一直试图说服希特勒，但都没有成功。他只能继续一路南下。

9月12日，第一场突如其来的降雪拖慢了德军进攻的步伐。这是可以预见得到的情况，但是士兵们还要等待两个多月的时间收到冬衣。基辅（Kiev）和乌克兰（Ukraine）于9月19日被占领，65万人被俘！10月2日，德军攻占了通往莫斯科的道路。10月21日，成功组织列宁格勒保卫战的格奥尔基·朱可夫[①]（Georgi Zhukov）元帅负责组织莫斯科保卫战。德军在莫斯科城外30公里左右冰冷的环境中遭到了顽强的抵抗，停止了

① “Joukov”在古拼音中更常用。

前进的步伐。从这一刻开始，战争的局势朝着有利于苏联的一方扭转。12 月 5 日，德军放弃了对莫斯科的进攻。这一胜利极大地鼓舞了苏联红军的士气，同时因为西伯利亚地区的士兵因几个月前同日本签订的中立条约得以撤回，这使朱可夫可以运用这支完全崭新的部队来进行反攻。来自西伯利亚地区的这支部队装备精良且能力超强，可以在极端寒冷的气候条件下进行作战。

到 1942 年初，苏联已经损失了 300 万人，这同战争一开始苏联有效的军队人数相同。当时苏联人民的处境是非常悲惨的，特别是德国军队在苏联的野蛮程度超过了所有西欧国家人民所承受的苦难。德国每个军队都配备有人数不多的纳粹德国特别党卫队(SS Spécial)以及移动杀人部队[①](Einsatzgruppen)在苏联进行活动。这些小部队的有效人数总共不超过 3 000 人，但是历史学家们认为他们造成了 150 多万人死亡。在盖世太保以及纳粹党卫队首脑海因里希 · 希姆莱(Heinrich Himmler, 1900—1945)和他的副手莱因哈特 · 海德里希(Reinhard Heydrich, 1904—1942)的直接领导下，这两个组织负责歼灭共产党领导人、犹太人、茨冈人、游击队员甚至是没有表现出与纳粹合作热情的市民。大量的战俘被他们暗杀，其他人则被肆意地虐待直至死亡(人们估计约有 330 万苏联战俘在被囚禁时死亡)。可以肯定的是，这些移动杀人部队骇人听闻的残忍行为大大加强了苏联，包括正规军以及游击队，坚强的斗争意识。

但是，苏联人民还有其他必须抗争的理由：仍有 900 万的苏联人民正值可以扛枪打仗的年龄，另外，虽然存在着工业生产

---

① 干扰部队。

能力已被削弱一半的可能性，但是他们仍然保有制造坦克的能力——当然这些只是土制的并不精良的坦克，但是数量众多：苏联人民在1941至1942年的冬季竟然制造出了4 500辆坦克！德国远没有这种潜力，但这些与寒冬给德国人所造成的困难完全没有关系。

1942年1月13日，苏联重新夺回基辅。两边的局势开始处于平衡：寒冬对于双方都是公平的。5月，德国人又开始了对高加索地区石油资源的抢夺战。为了达到这一目的，他们需要夺取斯大林格勒(Stalingrad)……指挥第62集团军的瓦西里·崔可夫[①](Vasily Tchouikov, 1900—1982)上将负责抵御德国由弗里德里希·冯·保卢斯(Friedrich von Paulus, 1890—1957)上将指挥的第6集团军的进攻。9月1日，第二次世界大战决定性的战役激烈地开打了。希特勒的进攻失败了。11月17日，在对于两军来说都是致命的极端低温下(零下40摄氏度)，苏联红军开始了反击。6天后，也就是11月23日，德方第6集团军未能实现与上将埃里希·冯·曼施坦因[②](Erich von Manstein, 1887—1973)的会合，全军被包围。1943年1月8日在希特勒的命令下拒绝投降后，冯·曼施坦因(已被授予元帅节杖)于31日接受投降。10万德军受伤，苏军还俘虏了11万人。

1943年2月和3月的这两个月期间，苏军到处推进。德军则准备着反攻，5月，希特勒决定攻占被军事专家称为“库尔斯克[③]突出地”的阵营，也就是一块像是宽200公里，深150公里

---

① 之后被提升为俄罗斯的元帅，瓦西里·崔可夫(V. I. Tchouikov)于1945年4月接受了柏林驻军的投降。

② 1950年，厚颜无耻地声称忽视了其统治的军队中移动杀人部队的存在性，因战争罪被判入狱18年；1953年因为“健康原因”被释放，在被释放后20年去逝！

③ 库尔斯克地处莫斯科以南450公里以及斯大林格勒西北方约600公里。

的突出地块的阵营，这里是苏军最先夺回的地盘：而这就是希特勒的“堡垒”计划。这一战术的制定与德国参谋部的意见相左，参谋部的某些战略家，如冯·曼施泰因(Von Manstein)则赞成更加灵巧的作战方式：先让苏军夺回顿涅茨盆地(le basin du Donetz)，然后再组织德军的反攻。而后，希特勒又犯了一个新的错误：为了等待现代化装备，包括生产完毕并可最终进行操作的豹式坦克[①]运送到达，希特勒推迟了进攻库尔斯克的时间。苏联红军则利用这段时间加强了反坦克防线并且做了其他的准备：30 万市民自发挖了 5 000 公里的战壕，并且每公里的战线都布置了 1 500 个反坦克地雷和 1 700 个杀伤性地雷！在进攻其他两个防守区前，首先在最外面的第一道防守区，德国人就必须穿过 5 条战壕。在库尔斯克突起的地带，一条铁路轨道被紧急建造起来，大路、小路以及桥梁被重新修缮……

1943 年 7 月 5 日，纳粹分子终于发动了进攻。库尔斯克会战是人类历史上最大规模的一次坦克大战：德军投入了2 700 辆坦克对阵苏军的 4 000 辆坦克。德军的进攻在苏联红军的抵抗下放慢了步伐。上将赫尔曼·霍特(Hermann Hoth，1885—1971)并未成功保留实力。他甚至不愿意退回到之前设定好的防守区域内。7 月 19 日，苏军在库尔斯克开始了大举反攻，之后更把反攻打到了更远的前线：反攻一直持续到成功攻入柏林。

开始于 1941 年 6 月 22 日的德国的进攻一直在暴雨中进行，暴雨严重阻碍了德军装甲车辆、士兵以及物资供应车辆的推进。从双方相对峙开始，冬季就一直提前到来并且极其寒冷：就连装甲车辆的履带都在夜晚冰冻起来，士兵早已厌倦了与寒

① 这些坦克远未达到其目的。

冬的抗争。最终，泥藻潭[①](raspuititza)，也就是指河流解冻、冰雪融化后使冻土和大小道路上到处都是泥塘，这使所有的军事战略行动都必须在泥土里进行(秋雨也有同样的影响)。在欧洲俄国的大片平原上，水渗入泥土：没有地形的条件，溪流大大减少，因此不利于大型汇水盆地的形成。

但是这些糟糕的气候条件在两边阵营的身上都产生了作用——或许对和德军一样不怕深入推进的苏联红军稍稍有利一些。但是，温和的气候对于一场闪电战来说当然是短暂的。从8月末开始，希特勒进攻时间的推迟对于德军推进速度的明显放慢有着不可推卸的责任，而这一点我们都知道绝对不是天气所造成的。同样的，从1941年6月22日起，在莫斯科前朱可夫的第一次反攻就因为有那些适应在零下40摄氏度的极端低温下进行作战的西伯利亚地区的部队的加入而减小了反攻的难度。这些解释足以说明为什么德军遭遇了如此大的灾难吗？绝对不够，因为还有其他一些重要的因素，它们同样在两军之间的这座天平上起了非常重要的作用。

首先，从最初的进攻开始，德军就悲剧性地离他们的大后方越来越远。冯·勒布领导的北方集团军已远离柏林600公里，费多尔·冯·博克(FedorvonBock，1880—1945)领导的中央集团军500公里，阿尔弗雷德·冯·尤德斯泰特(Alfred von Runstedt，1875—1953)领导的南方集团军也已远离柏林750公里。在这些远距离中我们还需要加上大约250公里到达大型军事工业基地的距离。而且就算是在开战前最好的情况下(对于中央集团军来说)，各零部件也需要经过750公里的运送路程，才可以最终到达部队被安装使用。当北方集团军到达列宁

① 文学用语：意思是没有道路的时期(period sans routes)。

格勒郊区时，他们离柏林的直线距离已经达到1 300公里[离鲁尔(Ruhr)的距离已达1 650公里]；更加艰难的是所有的道路因为战争早已面目全非。远离后方阵营给食物供应造成极大的困难：德军必须抢掠所经城市以获得补给，但是即使这些城市已被抢掠一空仍然无法满足德军的需求。最后，军队的战线也被越拖越长，在攻击高加索地区时，前线已经被拉到了300至500公里！

其次，德国人并不了解苏联的道路状况，这使他们不得不从一些地势不利的地方进行推进。这使汽油的消耗量大大提高，因为德军的坦克并不是用柴油发动机来推动的——这一点也使德军坦克的行驰里程数大大少于苏联坦克所能达到的里程数。此外，德国人征用了大量的国内汽车，这些汽车完全不适应苏联的环境，而且它们通常都是由一根轴拉动的。说到德军的军用停车场，这里的车辆大多不是由驱动轮构成的：它们的规格是4×2和6×4，而不是4×4和6×6。最终，在闪电战阶段至关重要的汽油补给都是通过空运实现的。但是，因为距离实在太长，飞机有效的补给负载量也不可避免地同等减少。这就是我们经常看到一些坦克拖着一些坏了的卡车或是另一辆坦克的原因，为的就是节约燃料。

但是，苏联人就在他们自己的土地上。他们非常了解苏联的地形以及各个道路的状况。与德军相比，他们的车辆非常乡土，也并不舒适，但是却更适应苏联的气候和地形；同时苏联的机械师们非常了解如何促使柴油变硬，他们的做法是添加一种类似于丙烯醇的添加剂，并在里面加入少量的汽油。苏联红军还在车辆物资上得到了协约国的极大帮助：在战争过程中，他们共收到了超过40万辆北美和英国制造的车辆。德军使用的车辆种类过多也是一个巨大的障碍。如果一辆车坏了，那么要

找到同样的车真是非常的困难，这样就没有办法通过拆卸同样的车型来达到维修损坏车辆的目的。对于苏军来说，他们完全没有这个问题。

接着非常重要的一点是苏联人民的坚强意志。德国移动杀人部队所犯下的无数残忍的罪行对俄国人民强烈反抗意识的形成来说是非常重要的：遭到这些移动杀人部队残害的大部分人是俄国的市民和游击队员。成年犹太人和小孩也是这些纳粹党卫队特别打击的目标。当然其他的一些原因也促使俄国人民形成了极其强烈的守卫国土的决心：反法西斯的宣传以及他们强烈的反法西斯的政治信仰，由坚定有力的政治特派委员所组织的战斗小组以及最重要的俄国人民强烈的国家使命感。反对德军的战争被苏联人民自己定义为“伟大的爱国战争”(Grande Guerre Patriotique)。

最后重要的一点在于希特勒所做的决定。许多他所下的决定都与他手下将领们的意见相左，而这些将领在军事上都是非常有能力的领导者。1941 年 7 月 27 日，命令古德里安转向攻往南方这一决定给莫斯科的防卫者提供了几个星期重要的准备防御战争的时间。而首都不仅是苏联的铁路中心、工业园区、行政中心，更是整个苏联反战联络网的关键所在。在最初的巴巴罗萨计划中倒是强调过这一点。而另一方面，斯大林则深刻意识到了莫斯科落入纳粹之手对人民的心理可能造成的致命打击。这正是他决意留在莫斯科的原因之一。我们不能让历史重演，但是我们可以问这样一个问题，如果古德里安可以不受约束继续飞快地向这座城市推进，那么结局将会如何？10 月 2 日，德军才重新开始对莫斯科进攻。希特勒居然给了苏联 8 个多星期的喘息时间！我们还可以想一想 1941 年 11 月 25 日姗姗来迟的台风行动(指的是对莫斯科的最后进攻)，德国的坦克侦查

队已经到达并且渗透进入了这座城市的部分郊区。

同样，在斯大林格勒前被包围的冯·保卢斯(Von Paulus)拒绝尝试与冯·曼施坦因会合。与希特勒在政治上意见相左，他似乎更希望退却(最后与苏联合作)，而不是把自己置身于危险之中，兵败朱可夫军队后，德国领导者们的反映令他非常的担忧。

由此我们可以了解到即使气候对于士兵和游击队来说确实造成了一定的痛苦，但是它远远不是战争的全部因素。当然在之前已经发生过的众多事件中，人们已经为此辩论了无数次。特别是俄国的冬季在1811至1812年的战争中所起的作用远比在1941至1942年的战争中所起的作用更具有决定意义：比起之后苏联时期的士兵们，拿破仑时代的士兵并没有装备精良的机械以及热能资源。但是在这两场战役中，入侵方的最高领导者们的无预见性、固执、狂妄自大和拖延都造成了极其严重的后果——这些后果并不是必然的，因为他们完全可以作出不同的决定来。而我们也完全有可能听不到"漫长的寒冬"……

第九节　20世纪的大动乱

上世纪初，科学技术的发展使人们对先进社会产生极度的向往，人们一度认为在先进的社会中可以找到治愈他们一切伤痛的良药。我们把这种固执己见的想法称为"唯科学主义"(scientisme)，这种想法认为科学必能解决社会的所有问题，使每人获其所需：充足的粮食、体面的衣服、良好的治安以及和平的社会。在当时，虽然不是所有人都认为暴力和冲突的产生是因人类以及种族之间的不平等所致，但是这一观念在当时确实被广为流传。而人们对于科学技术的信仰确实也受到了当时各

项辉煌的科技发明的影响：爆炸引擎，硬式可操控飞艇的发展（齐伯林硬式飞艇 Zeppelins），飞机的发明，电力、电话以及紧接着广播站的使用，大型快速油轮的建造，医学的发展以及 1905 年的各项发明：普朗克（Max Planck，1858—1947）的量子论以及爱因斯坦（Albert Einstein，1879—1955）的相对论。所有这些伟大的科技成果都使人们预想着精彩的未来。

显然，一个世纪后，人们发现这些希望都落空了。工业及农产品加工食品大量涌现，整体上来看，丰富的物质产品可以确保食品的安全，满足全球人们对舒适生活的要求。但是几十亿人都曾遭受过或仍在经历着饥荒和不同程度的营养不良的灾难。并且此类不幸依旧在到处上演：由于卫生条件而导致的过早死亡（据美国的专家推测每天 3 万人因为饮用非饮用类水而死亡）；传染病的肆虐；婴幼儿的高发死亡率（每三个儿童中就有一个在 5 岁前死于营养不良）。

20 世纪爆发的重大灾难是否与某些气候现象有关？如果说某些饥荒只能够部分归咎于气候，或者说某些情况下气候只是起了微不足道的作用（例如在前苏联、孟加拉国、印度以及比夫拉所发生的饥荒[①]），但是其他地区发生的灾难确实需要我们好好思考这一问题，尤其是 19 世纪 30 年代美国大平原南部的干旱（我们称之为风沙侵蚀区“Dust Bowl”）以及 19 世纪 60 年代至 70 年代在萨埃尔阶地区发生的灾难[②]。

---

① 比夫拉所发生的情况真是令人感慨，极具讽刺意味的是 150 万人在 1966 至 1970 年与尼日利亚的冲突中死于饥荒及战争（比夫拉的尼日利亚省已经宣告独立）。当时饥荒被尼日利亚政府当作减少分裂分子的武器。

② 最近 2001 年 1 月袭击法国的暴风雨以及 2002 年夏天欧洲的洪灾不能在此被归类为任何一种原因，因为气象学家还不能够科学地将这些灾难归类为全球气候的任何一种变化，要找出原因可能还需要很长一段时间。

苏联的三次大饥荒

1921年和1922年，一场恐怖的饥荒袭卷了当时刚刚成立不久的苏联。乌克兰和伏尔加河流域各省都严重受灾。这场灾难造成了约125万到500万人死亡，同时约2 000万到2 400万人受灾。大英百科全书[①]（*Encyclopaedia Britannica*）声称造成苏联这次饥荒唯一元凶是干旱。该论点是值得商榷的。确实苏联和乌克兰的气候特点不适合谷物种植。事实上，两股强大的气流在这片广阔的土地上交汇：冬天是一股强大的北极气流和大陆的反气旋；夏天暖湿多暴雨气流在此驻足。这种气候的交替是有规律的。就如我们所知道的莫斯科河总是在每年4月9日左右开凌，而莫斯科的雪总是在3月中开始融化。而大陆约四分之三的地区都是被这种气候所覆盖。只有一些边缘地区的气候因受邻近气候状况的影响而发生变化。这些地区的春天很短暂而秋天却可以一直持续到11月。夏天非常的干燥，这对谷物的种植非常有利。但是短暂的农业时期并未给苏联的农业生产带来春天。农业种植的区划自然是根据纬度呈梯度分布的，那么小麦的种植区的纬度不可以超过纬度60度。而小麦的种植是在广阔的土地上粗放耕作的，不受对立气候的影响，乌克兰过去就一直被认为是苏联的“粮仓”。

所以这就是我们没有将1921至1922年的大饥荒严格地归咎于气候的原因。但是反对“白卫军”（blancs）的战争使农村粮食储备大量消耗，近乎没有任何储备的粮食。这场战争于1920年以弗兰格尔[②]部队的失败告终，这场战争形成了大量的红军，

① 1995年电子版本，序言“饥荒”（Famine）。

② 彼得·尼古拉耶维奇·弗兰格尔（Pyotr Nikolaevitch Wrangel，1878—1928）在失败后带领反对派逃往国外，之后死于布鲁塞尔。

但是反对俄国革命派以及远征法国[①]、英国和美国的部队仍然在组建中。如果我们算上波苏战争(1920),那么各个地方都受到了战争的侵袭:北部、乌克兰、白俄罗斯、乌拉尔河的高加索以及克里米亚岛。白卫军靠着居民生活。抢掠和大屠杀增加了战争的后勤补给。内战之后1921年的大饥荒是一场大灾难。想要区分是死于和德国的战争、内战还是死于伤寒流行病、饥荒都很困难。当时总共约有2 500万到3 000万人死亡[②],其中500万的工人因为城市不足的食物供应而死亡,而城市的食物供给不足主要是因为当时倒退回了农民自给自足的封闭经济模式。

几年后(1932年12月到1933年8月),乌克兰又发生了一次大饥荒,这次饥荒发生在一个在军事上非常稳定,但却为两种农业问题所苦恼的城市。一方面,革命和内战的破坏分子的行为所造成的严重后果一直有影响。灾难非常严重,但是又缺乏拯救灾难的武器。另一方面,斯大林又进行了一场荒唐的土地革命:直到1928年,集体农庄[③](kolkhozes)和国营农场[④](sovkhozes)仅占农民总数的约4%。新的苏联领导人的目的之一就是清算私有财产。为了达到这一目的,1929年末,斯大林

① 远征法国的部队不超过5万人,而且其军事效力并不出色。在黑海上的法国舰队进行了抵抗。戴高乐将军(Charles de Gaulle, 1890—1970)在1919至1921年间和波兰人一起同红军抗争。

② 某些作者减少了这一数字,但是给出了灾难的严重程度。

③ Kolkhozes,俄语的一个缩写词,表示集体经营。根据土地、设备和居住场所集体化程度的不同,集体农庄有很多种不同的形式;但是从1929年起,只能发展一种形式的集体经营:集体作坊"Artel",在这种形式下,农民个人的房产,一小部分的牲畜和土地依旧归农民所有;但是,生产资料都被社会化。

④ Sovkhozes,俄语的一个缩写词,表示苏联的公司或经营模式。国有农场的规模可以是非常大的:1931年,有一个国有农场达到了24万公顷。国有农场在尽可能的范围内体现了农场的模式,是体现苏联现代化的窗口。

宣布消灭社会的所有富农[1]阶级。

这一细微的差别从规模到本质都变得非常的小，人们在非常短的时间内清算了富农的资产。同时，苏联共产党的地方小干部不仅抓出了富有的地主，还把中等阶级的农民给抓了出来，这些中等阶级的农民人数众多，而且他们因为各种原因对支持改革表示了不满。许多人因此被流放：大约有 500 万人[2]……1928 至 1932 年间，耕地的面积从 170 万公顷增加到 1 610 万公顷。1930 年，在集体化全面展开后的几个月，就有 65％的农场变为集体制。但是从土壤的实际情况来考量，我们绝对不能够认为集体化在如此短的时间内就成功了。耕地面积扩大了 10 倍，但是产量却急剧下降。农民们大量地屠宰牲畜，为的就是可以把集体农场的产量推到最高。占总量约一半的牲畜被屠宰。1932 至 1933 年间的乌克兰饥荒共造成了 500 万人死亡…… 我们更希望在这场灾难中气候真的起过什么作用。

苏联第三次大饥荒发生于 1947 年，又是发生在乌克兰。国家为此又损失惨重。这个城市同时被红军和农民破坏，在最初攻打德国纳粹分子时，斯大林通过广播宣布了土地破坏政策；德国的军队在最初进攻以及最后撤退时又完全彻底地破坏了该城市。最终，苏联所有发生的争斗共造成 2 000 万人死亡。我们可以想象得到苏联人在 1945 至 1950 年间所遭遇的极大困难，需要重新花费巨大的力气把社会秩序矫正回正轨上来，而当初农业生产被完全打乱的程度有

---

① 富农(Koulaks)指富有的，经常残忍地剥削贫农的农民(Koulak 在俄语中的意思为拳头)。

② 在提出这一数字时一定要非常的谨慎。苏联模式，特别是在这种题材上从来都不是透明的；或许需要将这一数字再提高一些？但是，现在出版的许多作品都是特别带有报复性的；如果是这样，这一数字是否又需要降低一些？

多深，如今我们就需要花费同样多的力气把错误给纠正回来。1946 年严重的干旱又再一次造成了粮食的大量欠收。

中国，落后的大跃进运动

饥荒是中国历史的一部分：中国北部的平原不断遭受着干旱的威胁。而这一地区在历史上也是饥荒发生最为频繁的地区。事实上，下雨取决于信风，而信风只在三年中的两年会不完全地穿过与南面平原相接壤的山。此外，发源于西藏的黄河在冬天几乎是干涸的，而在积雪溶化时又会形成洪流。洪流的速度极快(60 000 立方米/秒)，造成溃堤，引起洪涝灾害和破坏收成。这一地区也因为干旱到洪涝灾害的过快转变而加大了该地区农业的气候压力。

饥荒于是成了中国文明史的一部分，为了抵抗饥荒，人们一直在寻找粮食的替代品，如树皮、树根，或是“观音土”(terre de miséricorde)一种人们为了抵抗饥饿所吃下的黏土……一直到 18 世纪，预防饥荒的各项措施相对来讲依然紧然有序：粮仓被建造在航运方便的通路上，这样一旦有紧急情况出现就可以从粮仓中紧急发货。但是到了 20 世纪，为了抵抗军阀[①]、土匪以及战争，这种紧然有序的安排不复存在了……1921 年，一场饥荒仅仅造成几万人死亡，我们普遍认为这是因为当时谷物可以通过铁路运输得到及时流通。但是，内战中突然发生了 1928 年的饥荒。因为桥梁的损毁或是应急的粮食被征用等原因，在当时这些应急的粮食没有被及时分发到受灾地区。而剩余的能够由农民自己支配的粮食始终是不够的：在缴

① 军阀“Seigneurs de la guerre”在当时也用来指战争的获利者，非法商人，土匪等通常最多参与鸦片的生产和买卖的人。

付了税金、被土匪搜刮一通再加上按照严苛的土地收益分成制上缴了粮食之后(农民按照土地收益分成制一般只能够分到从自己土地收获的粮食的一半),农民几乎已经所剩无几,难以生存了。此外,因为农民从农用工业产品,如利润率更高的棉花、烟草,甚至是罂粟中的获利更多,所以粮食蔬菜的产量相应地减少了。这就是为什么饥荒发生频率如此之高,灾难如此严重的原因:农民吃掉了种子,接着又卖了或是抵押了他们拥有的所有农业设备。这么一来使每一次饥荒之后生产想要回复到正常的状态都变得更加困难,并且在一段时期内也降低了下一次饥荒到来时幸免于难的可能性。当时许许多多的妇女和小孩被卖给人家做奴隶或是被卖去做妓女。

被称为"大跃进"(Grand Bond en avant)的运动是违反农业耕作的自然规律的:这一运动是中国革命发展史上一个重大的转折点。苏联模式并不适用于中国。1956年,当时中国83%的人口(共6.33亿人)生活在农村。集体化被完全打乱,但是这一系统运行得并不是非常差。除了集体的农田外,每家都耕种一小块私有的农田(2 000到3 000平方米之间)并且在自由市场上出售自己土地上收获的农产品。集体的农庄同自然的农村的模式还是差不多的:祖祖辈辈传下来的土地的继承关系还是继续维持着。虽然产量很少(每公顷土地600至900公斤之间[1]),但是小麦的产量增长还是要大于人口的增长。然而这方面也出现了不良的运作,因为过度地榨取农民的收成,农民地窖里的储存品也被掠夺了。苏联依靠着工人阶级取得了革命的胜利,所以相较于农民而言,在苏联城镇工人阶级拥有相对的特

① 可以比较一下,如今世界大米的平均产量在每公顷3 500公斤。

权，但是在中国城镇工人阶级的地位远没有该阶级在苏联的地位高。同时，苏联模式的中央集权模式的执行也给人民造成了深重的苦难。而毛泽东直到这个时候才受到启发，才真正开始着手修订这一模式。

1957 年末，人们加快了发展的节奏。受此影响，在河南省建立了一个把几千人聚集在一起的人民公社实验区：主要进行的是兴修大型水利工程。这一实验使 1 000 万农民在一段时期内，在不属于他们的土地上，在没有任何报酬的情况下进行劳作。

1958 年 5 月，在中国共产党第八次全国代表大会上制定了"大跃进"的方针。在这之后，人民公社变得更为普遍。每个人民公社都由十几个"合作社"组成，共集合了近 5 000 个家庭。"合作社"又被分成了不同的小组，这种模式和旧时农村的模式相近。当时共建立了 24 000 个人民公社，聚集了 74 万个"合作社"。这些公社既是行政、军事、医疗和信息中心，又是政治实体。公社还不仅仅局限于农业劳动：大家造起了一个个的炼钢炉用来炼钢铁；可惜的是，炼出的都是不可用的废钢铁……

1958 年的秋天，9 000 万农民被征用参与兴修大型水利工程：水坝和运河。现场办起了公共食堂，目的是把妇女从她们的家庭生活中解放出来并且巩固大家工作的集体性。良好的气候环境使人们认为收成可能会达到 2 亿吨。不仅这一预测是极其乐观的，自此之后，所有订立的目标都更加的不实际：也就是在一年内把产量翻一番。11 月，大家订立了更加疯狂的指标：1959 年，产量达到 5.25 亿吨，被鼓动起来的农民都没有留在农村，这样他们就没有办法在农村收割完所有的粮食，粮食就这样白白地被浪费了。说到炼钢炉，为了供应炼铁的木材对森林的

大量砍伐也非常令人担忧。

12 月初，对 1958 年农业产品产量的估计重新评估后下降了一些(3.75 亿吨)，但这仍然是高估了当年的产量，因为事实上当年产量仅为 2 亿吨。焦虑的毛泽东辞去了国家主席一职，但是依然是共产党的一把手。刘少奇(1898—1969)在 1959 年 4 月被选为国家主席。然而，1959 年的饥荒开始了：产量比上一年少了 3 000 万吨(据估计，产量未超过 1.7 亿吨)。农村的粮食急剧减少，而在城市中则实行粮食定量分配。1960 年，产量又下降了 2 600 万吨。1961 年，产量几乎没有变化，在 1.48 亿吨左右。

在 1959 至 1961 年之间，许多农民死于饥荒。但是大跃进的方针直到 1961 年才被修正。在这之后，合作社才找回了相对的民主。农村的自由市场从 1961 年 10 月开始又重新发展起来。但是想要重新回到繁荣的景象是非常困难的：1965 年，产量只有 1.95 亿吨。

在这场灾难中，人们只将极小部分的责任归咎于气候，对于这场灾难来说，气候并不是非常重要的因素。

孟加拉国，1943 年和 1974 年

对于一个对饥荒几乎没有任何经历或概念的西方人来说，发现死亡同粮食短缺有时候是有着必然和直接的关系的时候是非常错愕的。而正是教授阿玛蒂亚·森[①](Amartya Sen)肯定了这一点，也正是在这一论点上所获得的成就，阿玛蒂亚被授予了 1998 年的诺贝尔经济学奖。

---

① 阿玛蒂亚·森(Amartya Sen)，1933 年生于孟加拉的一个教育世家，1943 年发生孟加拉大饥荒的时候年仅 10 岁。

1942年，一连串的暴风雨严重损害了孟加拉的稻谷收成。而日本人此时正攻占缅甸，剥削印度，而缅甸也是孟加拉情况紧急时的粮食补充供给地。此外，当时孟加拉所储备的稻谷也已经被运送出国，为的是不让这些存粮落入入侵的敌人手中。如此一来，当时加尔各答城和其他的中心城市的人们享乐到了一段时间的繁荣景象：城市的工资一族比当时农民的生活要好得多。洪涝灾害给人们敲响了警钟，也给投机者创造了乘机炒卖的机会：于是大米的价格翻了六番。

阿玛蒂亚·森亲自向我们叙述了剩下的部分："1943年孟加拉这场导致了200万至300万人死亡的饥荒在我的记忆中依然非常清晰，当时我在桑迪尼克坦(Santiniketan)亲身经历这一事件。这场灾难无孔不入地危害了社会的每一个阶层这一点深深地震撼到了我。(在我的学校、朋友和熟人中，没有任何一个人的家庭在这场灾难中幸免；这场饥荒不只是打击了社会中低层的人们——社会经济活动中最底层的人，就如那些没有土地的农业工作者们)就算是文化教育活动繁荣的加尔各答也不断地发生着可怕的经济危机……"①此外阿玛蒂亚·森还指出1943年，粮食供应比前五年的平均水平只低5%，还比没有任何饥荒发生的1941年高13%。最糟糕的是：每个居民的粮食可

① "The memory of the Bengal Famine of 1943, in which between two and three million people had died, and which I had watched from Santiniketan, was still quite fresh in my mind. I had been struck by its thoroughly class-dependent character. (I knew of no one in my school or among my friends and relations whose family had experienced the slightest problem during the entire famine; it was not a famine that afflicted even the lower middle classes — only people much further down the economic ladder, such as landless rural labourers.) Calcutta itself, despite its immensely rich intellectual and cultural life, provided many constant reminders of the proximity of unbearable economic misery(...)" - 英文原文摘自阿玛蒂亚·森(Amartya Sen)自传。桑迪尼克坦(Santiniketan)是作者当时生活的地方，因为他的外祖父在这个学校教授梵文。

用率比1941年高了9%……

比起1943年的大饥荒，1974年的大饥荒同气候关系更加密切。严重而又无规律的洪涝遭害预示着这场灾难的到来：孟加拉三分之二的地区都被洪水所淹没。这场饥荒的严重性可以归咎于不符合自然规律的激进运动，但是还有其他加重灾难，但与地质和气候毫无关系的因素：从恒河(Gange)和布拉马普特拉河(Brahmapoutre)引流的盆地因为喜马拉雅山的众河流而发生洪灾。而高处，木料和柴火又非常紧缺。尼泊尔、不丹和中国西藏的人们大量地砍伐斜坡上的森林，森林的植被覆盖率因此变得越来越低。结果，在高处，暴雨、积雪和冰川的融化所汇成的巨大河流最终成了灾难性的；而在高处以下600公里，导致了严重的洪涝灾害，因为河流到达斜坡植被率非常低的三角洲地区时不再静静地流淌，早已变成凶猛的洪流。洪水不但淹没了稻田，还淹没了一部分储存的粮食。本来在这个人口过剩的城市中就已经非常紧张的饮用水资源因为这场灾难的到来变得更加短缺。紧跟着发生的是常常伴随灾难发生的传染病：伤寒、斑疹伤寒、霍乱和腺鼠疫，造成腺鼠疫的部分原因是老鼠的增殖，它们多在亚洲东南部水灾地区顽强地生存着。

1974年，在经历了4年的内战后孟加拉国终于独立了，这场内战急剧加深了孟加拉国的贫困度。有时在内陆能够感觉到大潮汐会同台风和洪水的汇合。但是，夏天也是季风到来的季节：直到7月，情况还是非常令人感到非常的不安。8月末，可想而知，这个贫穷的国家脆弱的堤坝也被冲走了，孟加拉国一半的人口被洪水吞没。1 500万农民因为洪灾失去了所有的财物。饥荒来临了，在高处避难的家庭都拥挤在卫生条件极差的环境中(地势高的地区仅占孟加拉国总面积的8%)。霍乱开始蔓延并造成了极大的破坏。最终，饥荒造成该国26万人死亡，这个

直到18世纪都是印度的粮仓，同样因为每年河流网"正常的"水位上升造成三角洲地区周期性的施肥（这些水网的水位上升仅淹没了国土20%的地区）。

从这里我们又再次看到了气候在饥荒的发生中所起的作用到底是什么，气候绝对不是引起饥荒的决定性因素，它往往是同其他因素结合在一起才会导致饥荒，就如在孟加拉国，气候就是同大量森林资源被砍伐造成的植被率大量降低结合在一起而最终导致饥荒的形成的。

季风气候带来的丰收

亚洲东南部的季风①是指由于季节性规律盛行风向发生改变的风。当风从陆地吹向海洋时干燥的风，气象学家称之为"信风"，我们也把它称为"冬季风"(mousson d'hiver)。清凉的冬季风会从12月一直持续至2月。当风从海洋吹向陆地时，带来了潮湿的空气，风中携带了充分的降水，这种风被称为"季风"，我们有时也把它称为"夏季风"(mousson d'été)。夏季风会从6月一直持续至10月或11月。我们推测季风在不断出现的各种地理学现象的作用下将会渐渐消失。季风也不再在同一个时期出现：它在5月20日左右抵达锡兰岛，但是仅仅2周到3周后就到达了印度的西部，而7月又是一个季风非常不规律的时期。

印度有两个季风淡季：第一段时期是3月初到季风开始，这段时期气候非常干燥炎热。整体上与第一段时期区别不大的第二段淡季时期是指10月到11月之间冬夏季风过渡期，气候

① 季风(mousson)一词波兰语写为monção，来源于阿拉伯语mausim，意思为季节。

特点是冬季更加干燥寒冷。

冬夏季风的交替事实上有时候会造成对土地的二次使用。在旱季(最差的情况是没有水浇灌),小米、鹰嘴豆和蚕豆的收成就会变差。而在雨季(最好的情况是不需要额外浇灌),大米、玉米、蔬菜的收成最好。对于农民的生计来说气候是最重要的。出产最好的土地每年会有两次丰收,一次是在旱季,另一次是在雨季。优良的被充分灌溉的土地很可能一年有三次收获期。所有的农作物都是有可能的。

于是人们提出了一种与气候直接相关的肯定的说法:迟来的不活跃的,或是没有完全到达北面的季风会造成非常严重的后果。季风的无规律性是一个不利于印度农业发展的因素,因为干燥季节的收成远远低于季风气候季节的收成。1874 到 1900 年间出现了 18 次饥荒,造成了 2 500 万人死亡。每次造成饥荒的元凶都是不可预估的气候条件。

但是,从第二次世界大战开始,饥荒灾难造成的死亡人数明显减少[①]:生产力大大提高,库存品持久性的提高可以确保在紧急情况下有足够的应急存货。因此,1966 到 1967 年比哈尔邦以及 1972 到 1973 年马哈拉施特拉邦出现的干旱都没有造成巨大的灾难。1987 年印度北部出现了一个世纪以来最大的旱灾,但是也没有造成饥荒灾难。这一进步当然也与人们不惜一切努力防范和预知气候可能造成的威胁有关。在出现危机时,国家的帮助也非常重要:设立大量工作岗位来应对最紧急的情况。事实是如今的印度是一个相对民主的国家,并且相对自由的媒体也都是同饥荒可能造成的受害者站在同一阵营的:人民对执政党的信任度很大程度上取决于其预知和控制粮食危机的

① 1770 年,仅仅一次饥荒灾难就造成孟加拉 1 000 万人死亡。

能力。

1883年，英国国王制定了"饥荒代码"[①](Codes de la famine)，目的是永久性有效地控制可能发生的饥荒。该代码包含了各种不同的资源财富，20世纪70年代被重新修订并命名为"作物歉收手册"[②](Manuels de penurie)。该手册规定了中央政府和各个相关的国家需要共同付诸行动的各项措施，这不仅仅针对如何预防饥荒，同时也包括如何整顿饥荒所造成的灾难。预先制定分发食品、流动餐车以及向缺乏生活必需品的人提供帮助等措施，同时为抗击干旱所造成的严重后果的各项补救措施提供财政支持：生产和分配饮用水以及给受到威胁的牲畜提供水和饲料。发放竞争型信贷以偿还几乎无望偿还的高额借款：事实上，高利贷和当铺从业者在饥荒时期竟然是迅速增多的…… 尽管地方性的贫困离被彻底根除还很远，但是如今印度并没有再发生很大的饥荒。

但是，发展的落后再次造成了不能逾越的问题：在许多村庄，农民没有足够的能力支付电费，而电对于泵来说在发生旱灾时是必不可少的。所以在这种情况下，怎么能够将所有后果都只归咎于气候呢？就如我们所看到的，政府的各种行动以及经济的发展是必需的。

1984至1985年发生在埃塞俄比亚可怕的荒灾就以一个反面的例子证实了这一点：我们还记得1984年一场非常严重的干旱袭击了非洲的一个半岛"非洲之角"，但是饥荒仅仅发生在埃塞俄比亚，当时门格斯图[③]上校共产主义政策的政府故意向

---

① 英文为 Famine Codes.

② 英文为 Scarcity Manuals.

③ 门格斯图上校(Le colonel Mengistu Haïke Mariam)1991年被流放到津巴布韦。

世人隐瞒了严重的灾情。

更普遍的是，虽然人类的自由和对抗生态与自然灾害之间紧密相关是不容置疑的，但是对于大众来说这种联系依然经常被认为是自相矛盾的。

沙尘暴——黑色风暴

“第二天早晨，灰尘停滞在空中就像雾霭，而太阳红得就像新鲜凝固的血液。一整天，灰尘都像从滤网筛中那样从空中落下，第二天又是如此，就像是给大地罩上了一层均匀分布的大衣似的。灰尘沉积在玉米上，堆积在栅栏柱的顶部和接地线上；灰尘遍布屋顶，掩埋了小草和树木…… 人们靠在栅栏旁，望着如今被破坏的、干涸非常快的玉米，眼前的一切在这层薄薄的灰尘的笼罩下没有任何绿色的生机。”①

这场巨大的沙尘风暴给大平原南部各州②（得克萨斯州、新墨西哥州、堪萨斯州、俄克拉何马州、内华达州以及阿肯色州）所造成的严重后果正如美国作家约翰·斯坦贝克（John Steinbeck，1902—1968）在书中所描述的那样。而俄克拉何马州受灾最为严重。1934 年春天的风暴使得克萨斯州当地的灰尘最厚处达到了 6 米。风暴的中心（“灰尘地堑”）在该州的北角。人们估计这一年 5 月 10 日大约 1 200 吨干涸和布满灰尘的土地从美国中东部被带到了东北部各州。在这之前，风暴并没有这么强，但是在这次风暴之后，灾难不断地增多。据生态史学

① 摘自约翰·史坦贝克（John Steinbeck）1947 年出版的《愤怒的葡萄》（*Les Raisins de la colère*）一书（该书第一个美国版本出自 1939 年）。该书曾在 1940 被导演约翰·福特（John Ford，1895—1973）搬上银幕，亨利·方达（Henry Fonda，1905—1982）饰演男主角。

② 大平原的北部同样也遭到袭击，但是比起南部来灾难性要弱一些。

家唐纳德·沃斯特[①](Donald Worster)所记录的:"……在这一现象最终得到扼制前,1934年发生了22次地区性的风暴,1936年68次,1937年72次。"[②]

在20世纪30年代的这场干旱中,大气温度达到40摄氏度,地表温度接近60摄氏度是非常常见的。空气湿度急剧下降。1931年中西部和南部平原出现了大旱灾。"黑色风暴"开始刮了起来。人们统计了一下,1932年发生了14次,1933年发生了38次。灾难一直持续到1942年,这一年久违的降雨终于来临:似乎是为了不要连累美国战争的功劳。1934年的夏季,大平原的潜水层水位降到如此之低,以至于任何植物的根部系统都不能应付这一变化而生存下来。这是美国历史上最严重的一场干旱:灾难影响了美国75%的土地并且严重打击了美国的27个州。1935年4月14日这个星期日,刚开始天空万里无云,一片明媚,但是黑色沙尘暴突如其来严重破坏了俄克拉何马州的博伊西市。一些目击者称即使是小鸟也试图想要逃跑,但是沙尘暴以每小时90公里的速度将它们再次卷落。美国人用"黑色星期日"(Dimanche noir)来具体指这一天,而这也是他们精神状态的一种体现。这场悲剧被乡村歌手[③]伍迪·加斯里(Woody Guthrie, 1912—1967)编成歌谣,而伍迪自身就是一个来自俄克拉何马州[④]:

---

① 唐纳德·沃斯特(Donald Worster):《生态开拓者》(Les Pionniers de l'écologie),1992年巴黎版本土地的鲜血,第12章(1985年第一期美国版本)。

② 同上。

③ 乡村歌谣:是美国说英语的人之间非常流行的歌谣,可以是非常传统的(许多的旋律都起源于爱尔兰),也可以是反应时事,抨击社会或是评论时政的(protest songs)。

④ 通常用来称呼来自俄克拉何马州躲避沙尘暴的难民。

1935 年 4 月的第 14 天，

前所未有最严重的沙尘暴突如其来。

你可以看到沙尘暴向你卷来，天空就如死寂的黑色般。

并且，沙尘暴穿越了我们强大的国家，留下了可怕的轨迹。①

在这场沙尘暴之后，众多的地区都失去了 50%至 95%的牧地。在堪萨斯州的一些县，之后的几年内，小麦都是颗粒无收。很长时间都是小麦粮仓的美国，自此之后，小麦居然需要进口！

由 1929 年经济危机所导致的不良经济局面已经促使农民们选择了一些悲剧的方法使他们摆脱困境。因为 1930 年开始小麦价格的暴跌使农民们转而经营他们认为更加有利可图的畜牧业。但是，由此导致的放牧过多加快了植被覆盖的破坏，这与干旱的造成也是密不可分的②。

几十万的农民组成了逃离农村的大军，他们寻找买主，廉价出售原本属于他们的土地。但是，在 1935 年，超过 60%的农场都是小型租来的农庄。大多数没有清偿能力的佣户被赶出去，第二天早上就无家可归了，他们还有他们的妻子和孩子都没有任何的资源。就这样被扔在了路边，他们绝望地在其他地方寻

---

① 英文原文为：
On the 14th day of April of 1935,
There struck the worst of dust storms that ever filled the sky.
You could see that dust storm comin', the cloud looked death like black,
And through our mighty nation, it left a dreadful track.

② 参见：唐纳德 • C. 托比（Cf. Ronald C. Tobey）：《拯救牧地，美国植物生态学学校成立的生命周期，1895—1955》（*Saving the Prairies, The Life Cycle of the Founding School of Amercian Plant Ecology, 1895—1955*）1981 年。

找着工作。从1935年起，这些佣户以每月6 000人的量涌入加利福尼亚州，而唐纳德·沃斯特（Donald Worster）估计逃入加利福尼亚州的难民总数在30万人左右。许多人都死于营养不良、疾病和绝望。我们还记得斯塔贝克（Steinbeck）小说那震撼人心的结尾，就在一个年轻的妇女生下了一个死婴后，她把自己的乳头放在了一个因为饥饿而奄奄一息的男子的嘴里让他吸吮，希望可以救他一命。①

另一个描述来自俄克拉何马州逃难者的词："黑色幽默"（l'humour noir）。依旧是伍迪·加斯里在1938年写了一首名为"忧伤的粉尘肺炎"②（Dust Pneumonia blues）的歌曲，歌曲的最后一段如下：

> 就在那儿，在得克萨斯州，我的女孩在雨下欢快得昏了过去，
> 就在那儿，在得克萨斯州，我的女孩在雨下欢快得昏了过去，
> 我往她脸上倒了一桶灰尘，只是为了让她再次回到现实中。③

生态历史学家让·马克·德劳因（Jean-Marc Drouin）回忆

---

① 这同样也是弗朗德勒的画家彼得·保罗·鲁本斯（Pierre Paul Rubens，1577—1640）的一幅版画的主题。

② "Blues de la Pneumonie de la Poussière"这一标题长长地叙述了灾难所导致的严重医疗后果。

③ 英文原文：
Down in Texas, my gal fainted in the rain,
Down in Texas, my gal fainted in the rain,
I throwed a bucket o' dirt in her face just to bring her back again.

到在斯坦贝克的作品《重建自然》[1](*Réinventer la nature*)中,他把主人中的农场设在了一个事实上未被沙尘暴所侵袭的地区。唐纳德·沃斯特(Donald Worster)认为这是错误的:“斯坦贝克和大多数的美国人一样,把这些逃难者的情况想得太简单了,就像是故事中的主人公乔德(Joad)一家,他们都只是自然灾害的受难者,但是事实上,他们是银行和地主们的牺牲品,这些剥削者们可以以任何找得到的借口把他们给赶出去。”[2]这一类型的分析说明了在造成这场灾难的真实原因上是存在分歧的:气候原因是最重要的?还是社会经济原因呢?干旱、炎热、大风确实是不可否认的现实。气候在这场沙尘暴灾难中确实是一个重要的因素。但是,气候只有在众多更加基本的原因的推动下才会产生作用。就如19世纪末,人们不顾常识,大量开垦俄克拉何马州的土地,当然还有与其相邻的各个州的土地。因为想要从不成熟的农业中获利更多,人们肆意地破坏着牧地,这使土质变得更加脆弱:过去,小草扎根土壤留住水分;干旱不至于是毁灭性的。当时自此之后,可耕种的土地变得非常的脆弱。干旱随之而来,土地被吹入到空气中,变成了灰尘。更严重的是,从20世纪20年代开始,农民们机械化地开垦他们的土地:拖拉机更是加重了对土地的过度开垦,各种补救措施更加重了问题的严重性。对于农民来说,他们唯一关心的最重要的一点就是努力地把他们对土地的开垦变成现实的利益,而这进一步更加加深他们的灾难。20世纪30年代初,过多的农民在狭小的土地上开垦着,而获利率又是非常低的。一些大地主同样如此:为了从他们的土地上获利更多,他们必须扩大开垦的力度并且精简

---

① 让马克·德劳因(Jean-Marc Drouin):《重建历史,生态学及其历史》(*Réinventer la nature, l'écologie et on histoire*),1991年。

② 唐纳德·沃斯特(Donald Worster),前引书。

多余的人手。沙尘暴又提供给他们未曾想到的借口来取消他们所签订的租约。1935 年，15 万人最终告别了最无力的开垦方式："干旱不是致命的，致命的是机器。"[①]机器，当然是非常重要的原因，但是在机器的表象下，美国市民未能维持正常的经济体系运行模式也是非常重要的原因。

尘封 3 万年历史的含水层中的水

萨赫尔地区(Sahel)是指撒哈拉沙漠以南广阔的荒漠草原，虽然沙尘暴对这片荒漠的形成所起的作用非常小，但仍然是形成这片荒漠的主要原因。萨赫尔来源于阿拉伯语，意思是"海滨"(ravage)：过去，这是许多沙漠旅行队穿越撒哈拉沙漠后所达到的地方。萨赫尔所包括的城市(自西向东)在以下这些国家内：塞内加尔、冈比亚、毛里塔尼亚、马里、布吉纳法索、尼日尔以及乍得。萨赫尔地区总长约 4 500 公里，宽度约 400 公里至 500 公里。该地区南北的界限是不明确的，因为这取决于降水量的多少——降水量在每年 200～700 毫米之间，属于副热带半干旱气候。但是，该地区经常发生干旱，并且干旱持续的时间很长，因为从 20 世纪 60 年代起，萨赫尔地区就一直面临着缺水的压力。而且 6 月至 9 月"雨季"的降水因为被大量蒸发，对农业生产也根本起不到任何的作用。事实上，萨赫尔地区的湿度在一年中只有 2 到 3 个月是符合农业生产标准的。

因此，居民的供水分配在萨赫尔地区是一个非常严峻的问题。于是人们开始抽去含水层中不可再生的水，因为降雨量已经无法满足传统的泵所需要抽取到的水量。在塞内加尔，如今

---

① 唐纳德·沃斯特(Donald Worster)，同上。

人们已经在使用有 30 000 年历史的含水层中的水。因为干旱而采取的这一必要措施不是“可持续性”的，因为水资源在这一地区是一种不可再生的资源。如果人们对此不问不顾那将是非常危险的。

该地区的土壤非常贫瘠：矿物盐含量极少，非常不肥沃（使放牧有局限性……），并且非常干涸，这里的土壤就像黑色风暴时期美国的土壤一样，极易受到大风和流水的侵蚀。如今，因为急剧上升的粮食需求，过去传统的耕作方式（轻度耕作，长期休耕）已不再适用。我们都知道现在存在着一些解决方法：“温和的”技术干预，豆科植物的轮流耕种，定量灌溉，保护篱笆和灌木丛；但是怎样把这些运用到这个连最基本的生存环境都不能提供的地区呢？

在这样的条件下，农业生产是非常困难的①。直到 20 世纪 60 年代，粮食的产量还是足够分配的；但是从 1961 年起，粮食产量的增长开始低于人口增长的速度——大约有 5 000 万人口。这一描述使我们了解了为何萨赫尔地区的粮食安全是一个如此难以解决的问题，如果不是这样，也不会造成该地区如今的政治现状，特别是我们可以想到干旱是一直有规律地在影响着该地区。仅在最近的这一段时期，该地区就遇到了多次干旱：1910 至 1916 年间，1930 年，1940 至 1945 年间，1968 至 1973 年间以及 1980 至 1984 年间的干旱（这段时间干旱最严重的时期为 1883 至 1984 年间）。最后两段时间的干旱是最致命的：如今人们能够回忆起来的只有被转播到世界各地非常残酷的电视画面，纪录了饥荒以及人们绝望地寻找着水源的镜头。

---

① 黍和高粱是两种当地最普遍种植的粮食，而花生和棉花的耕作主要是用作出口的。占 25%的人口从事畜养业。

现在，气候学家认为，相比较上世纪之初，如今的干旱持续时间更长，而且打击的范围也更广。所导致的生态后果也越来越严重，并且严重影响了农业、畜牧业以及最终我们人类自己。一连串的不幸事件发生在了最贫困的人民身上：1968 至 1973 年间，粮食产量下降了 60 万吨；与灾难性的农业状况同时发生的还有在未发生干旱时就已存在的非常贫瘠的牧地的大量减少：80%萨赫尔地区的家畜都消失了。游牧饲养业人员没有了喂养牲畜的粮食。农业耕作者也是同样的情况，但是游牧业者没有足够的资源就不能获得充足的饮用水和黍米。当时造成了约 10 万人死亡。

干旱也是萨赫尔地区丰富的生态资源树木被严重破坏的因素。人们往往需要走很长一段路才能找到一些柴火，而木料是非常珍贵的资源。树木可以保留土壤一定的湿度，并且有防风的作用。天哪！在这种脆弱的生存条件下[1]，人口的增长所提升的需求远远超过了这个反复被干旱所影响的地区森林的增长速度。荒漠化[2]严重威胁着该地区。沙漠在萨赫尔地区取得了完胜，而与人类的悲剧和困境所形影不离的是对自然平衡的严重破坏。尽管如此，现在萨赫尔地区的现状似乎更多地要归咎于气候的多样性。

但是，也存在着一些同气候毫无关系的使灾难更加严重的因素。这些非洲国家，特别是萨赫尔地区贫困的经济形势，在这些国家慢慢被沙漠所吞噬的这个缓慢过程中起了非常重要的作用。就像在所有第三世界国家一样，这里进口的货品非常昂贵，

---

① 就如我们所看到的，因为该地区脆弱的生存环境。

② 来自拉丁语（désertus，desert；et facere，faire）的荒漠化（desertification）和森林面积减少（désertisation）之间的区别是：人类的行为是造成荒漠化的重要原因之一，而森林面积减少则是一种自然的现象。

而出口又非常的困难。于是,农村人口外流、贫民窟、营养不良、无法容忍的不平等性、使用不净的水、失业、艾滋病和其他的传染病、几乎不存在的对妇女和儿童的保护、文盲,这些都是萨赫尔地区大部分的居民所看得到的。该地区 70%的成年人是文盲。贪污[①]造成了罪恶的组织:在灾难发生时期,以粮食救助为名派发的剩粮大多数情况都被重新计价卖出,为的是可以让政府阶层获得最大的利益,或者会被分发给受政府特殊照顾的团体,因为他们是负责使这一体系永久存活下去的人:军队和警察。在这种情况下,萨赫尔地区的植树造林方案,卫生和避孕信息的传播及执行,在农村建造水泵[②],医疗帮助以及对该地区现存的非政府性质的数百个组织所提供的帮助,以上这些措施在防止或拯救该地区的灾难中又有着多么关键的作用呢?

在 17 世纪和 18 世纪一些旅行者的传记和商人的描述中,萨赫尔地区是一个非常潮湿,有着蓬勃绿色生机的地方,沿着塞内加尔湖生长着高大的树木,当时还有一些沼泽地。对于该地区干旱形成的论战由来已久。科学家们至少从 19 世纪末开始就在为此进行着不断的争论。即使到了现在,我们也不能够完全肯定干旱的形成与气候的"全球性变化"有关。因此,我们将在本书第三章也就是最后一部分详细说明我们所知道的巨大气候变化的机制。

① 1996 年蒙博托·塞塞·塞科·约瑟夫·德西雷(Mobutu, Sese Seko, Joseph Désiré)(1930—1997)将军的政权垮台,他的个人资产估计同扎伊尔整个国家的债务一样多(扎伊尔 Zaïre 现为刚果民主共和国)。他在自己波尔多古堡中收藏的红酒价值高达 230 万美元!

② ……经常在巴黎—达喀尔汽车拉力赛上分发。

第三部分
全球变暖问题

第十节　重建过去的气候

让我们想象一下马格德林时期（magdalénien 即公元前17 000年至前11 000年间）的情景，120个世纪之前，当黎明升起时的情景，这个情景属于一名经验丰富的猎人，他知道根据季节并通过观察天色来自我适应。是什么时候了？马上要下雨或者下雪了吗？如果下雪，野兔们留下的痕迹将会很明显。如果下雨，在毗邻树林里大型猎物的出入口处的夜晚的追踪中将有激烈争夺。如果这是一年当中的好时机，第一群三文鱼或第一群大雁将可能开始经过这里……

人类对于季节交替和预报时间的兴趣或许同他们对于狩猎、捕鱼以及收集贝类和浆果这些活动的兴趣一样的古老：这些"大自然"的活动无论是在时间还是空间上都与气候紧密相关。对于气候规律的认识从字面上来看非常的重要，因为它使得人们能够预见一些活动的发生：能够预计某种特定资源的出现；懂得守候迁徙中的猎物：如北部或高海拔地区的獭羊、羚羊、驯鹿和麝牛以及更南部的公猪、野牛、马匹和鹿，对于鸟类和鱼类也同样如此。在此意义上，气候学从一开始就非常实用，虽

然仅仅是在原始的状态，也并没有被人们“自我感知”到。

在24个世纪之前，哲学家亚里士多德就曾在一本写于公元前334年名为“气象学”(*météorologiques*)的书中表现出对水的循环的兴趣。气象学家们可以从这本著作中追溯他们科学方法的远古根源。然而奇怪的是，亚里士多德对于水的问题的关注可能主要是在哲学方面。对他而言，这与超越包含人类思想的前苏格拉底概念之中的矛盾息息相关。对一些哲学家而言，诸如巴门尼德(Parmenide d'Elée，约公元前6世纪末—前5世纪初)，整个宇宙的实质就是生命的永恒；而对于其他人来说，诸如赫拉克利特(Héraclite d'Ephèse，公元前540年—前475年)，它只不过是一种运动。那么原理又是什么呢？举例来说，在思考水的循环，即水的“永恒的运动”时，亚里士多德的许多观点和想法在我们现在回想时似乎有一种无与伦比的现代性。在谈到埃及时，他写道：“……这里展示了土地总是越来越干涸，每一片土地都是由尼罗河冲击而形成的。但是随着沼泽的逐渐干涸，附近的人群开始迁徙到这里居住，而时间的跨度也使得有关起源的记忆渐渐消失不见。①”

这条关于“时间跨度”的最新观点将气候大规模变化的问题提了出来。人们长久以来都在思考他们在生活中所观察到的气候波动其实是持久的连续性的一部分。我们中的一些人曾感受过20世纪50年代那些年里法国的晴朗夏日以及80年代里奥弗涅积雪的冬日。如今他们察觉到了一些变化，但缺少足够持久以及连续的东西来推导出一个透彻的变化。这并不是从别处产生的，而似乎是在我们认识人类历史的过程中产生的。气候的变化总是极其缓慢，它的波动呈现锯齿状的图形——就像

① 亚里士多德：《气象学》(*Météorologiques*)，I，14。

在普遍回暖现象内部的转冷时期——能掩盖一种趋势的规律性。

在历史长河中，人们做了很多的尝试，意图通过测量能够感受到的气候变化使之具象化。同时也许人们在寻找这些隐藏规律的过程中，看到了一些规律，而这些规律将演变成有关气候的一门科学。地理气象学家洛赫（Laure Chemery）和杰哈德（Gérard Beltrando）提及大公爵费迪南德·梅迪奇二世（Ferdinand Ⅱ de Médicis，1610—1670），即柯司莫·梅迪奇二世（Cosme Ⅱ de Médicis）的儿子与继承人，于1653年创建了"……一个由观测者组成并配备统一仪器的组织和一个负责集中各类数据的科学院"。[①] 这是实验科学院（L'accademia del Cimento）[②]的活动之一。实验科学院由他的兄弟利奥波德（Leopold）于1657年建立，这无疑是历史上最早的科学院。强调仪器的标准化显示了气候学在其诞生伊始的概然判断：因为只有当温度计、气压计、风速表、液位计、雨量器被发明出来，而后又变得可靠且相对准确时，它们才会被运用于气象科学研究的物质条件中。

费迪南德·梅迪奇二世（Ferdinand Ⅱ de Médicis）发明出了第一支温度计。伽利略（Galilée）在此之前就已发明了用水的测温计（1592），之后发明了用酒精的测温计（1610），这是历史上第一个用来测量温度变化的仪器，尽管其未被使用：在一根十分狭长的玻璃管中一个小玻璃泡，这根玻璃管被浸没在一个很大的装满水的瓶子中。当玻璃泡中的空气温度上升时，玻璃管

---

① 杰哈德，洛赫：《气象词典》（*Dictionnaire du climat*），1995年。

② Cimento一词如今在意大利语中已不再被使用。它能表示洗涤珍贵的宝石，但也有"核实"和"困难的考验"的意思。实验科学院的箴言是"尝试再尝试"。它由此得名。

中的水位就会下降。根据一些技术史学家的说法，这项发明被一位名为桑托里奥的人(Santorio, 1561—1636)所使用，他通过让病人放在嘴里或者捏住小玻璃泡来测量他们的体温。也正是费迪南德二世[①]想到了将含有不同密度酒精的玻璃珠放在一根装满酒精的玻璃管中，玻璃珠在管中的位置会随着温度的变化而变化。

水银气压计由埃万杰利斯塔·托里切利(Evangelista Torricelli)发明而成。他是伽利略的亲密好友兼秘书，也是费迪南德·梅迪奇二世的科学老师。在一根长为 1 米的管内，一端封闭，另一端浸没在盛有水银的容器中，水银柱会停留在约 76 厘米高处。托里切利认为，这并非因为"大自然抵抗真空"也不是因为大自然将水银固定住——像当时人们所想的那样，而是由于大气压，也就是"空气的重量"使得水银柱上升到这个高度。不久，人们认识到大气压强的变化是与天气紧密相连的，甚至与天气未来的变化相关。概括来说，就是如果是上升的变化，那就意味着天气的转好；若发生相反的变化，则意味着天气将变坏。托里切利的气压计并没有分刻度。哲学家、物理学家布莱兹·帕斯卡(Blaise Pascal, 1623—1662)在多姆山省(Puy de Dôme)实验期间用法寸和法分[②]给这个仪器画上了刻度以便测量出设在山脚和山顶的试验中水银柱高度的差别。自此，许多其他促进气象科学研究的测量仪器也陆续在 17 世纪被发明或改进：

---

① 大公也为相当简陋的湿度计的诞生作出了贡献：他通过收集在装满冰的杯子周围空气冷凝后所形成的水珠来测量湿度。湿度越大，冷凝的水就越多。建筑师、发明家、实验者和天文学家英国人罗伯特·胡克(Robert Hooke, 1635—1703)，改进了这个仪器。瑞士人霍勒斯·本笃·索绪尔(Horace Benedict de Saussure, 1740—1799))在此基础上大幅度地将其进行改造，他使用一根脱脂的头发，这根头发会随着大气湿度的含量变化而伸长或缩短。

② 托阿斯(toise，法国旧长度单位)约合 949 米，1 法寸约合 27.07 毫米；1 法分约合 1/12 法寸，也就是相当于 2.25 毫米。

雨量器、风速表等。

在整个 18 世纪，其他精密仪器，其中尤其是秒表，使得测量精确刻度越来越有可能，在增加了更大的肯定性的同时，通过对“一些”气象的研究，也使得对“某种”气象的研究的可能性变低。精确“计时器”的产生实际上也促进了对于经度的测量。通过测量近午时分太阳的高度也可以很轻松地发现纬度：这就是“子午线”。这要非常精确，因为 1 度的偏差就相当于 6 万英里的偏差，相当于 111 000 万米！然而对于经度的测量仍然要复杂得多。这需要在最恶劣的条件下，在船上保存本初子午线的经度时间，也就是格林尼治子午线。然后将其与当地的太阳时作比较以便将差距(“时角”)转换成经度的具体度数。由于 24 小时正好是 360 度，一小时就相当于 15°。我们可以发现严苛的精确性：仅仅 4 秒的偏差就等同于 1 分的经度，即赤道上的 1 000 米……为了能够满足严苛的要求，招标细则是繁多的：要防止腐蚀、防止船的纵摇和横摇、防止温度的变化、防水、安装“万向节”来避开枢轴的伸出物等。人们认为第一个可信的计时器是在 1761 年由英国人约翰 · 哈里森(John Harrison，1693—1776)制作出来的。由此，他获得了一笔由英国政府奖励给解决这一难题者的可观奖金(约合今天的 38 000 000 欧元)

气候学也应感激约翰 · 哈里森(John Harrison)。那些当时对气象感兴趣的自然科学家由此能够比之前更容易地发现、观测和量化地球的不同气候。而这开辟了一条通往对气候学“行星”研究方法的道路。这并不是一个小小的故事，如果我们结合科学通史来看，科技的历史会有许多可看之处。气候学的进步尤其取决于过去支持研究的物质背景。

英国天文学家爱德蒙 · 哈雷(Edmund Halley，1656—1742)是艾萨克 · 牛顿(Isaac Newton，1643—1727)的朋友，也

是彗星[1]周期性出现这一特点的发现者，这颗彗星此后便以他的名字命名。哈雷于1686年公布了世界上第一部载有当时被发现的海洋信风[2]分布的全球气象图。当时社会的需求是显而易见的：信风所对应的英语含意不正是“贸易风”的意思吗？这幅地图十分地精确——甚至还包含了季风的情况，然而，有一部分解读并不完全。哈雷以一些简单的物理定律为基础：空气受暖就会上升，随之带动压力的下降，而进入的气流并不能对上升的气流进行补偿。当赤道的空气受暖，它就会吸收大量的热带气流。哈雷对信风的总方向进行了解释，即主要是东风，而东风是由地球自西向东自转所产生的。但他并未解释地球在北半球向北，在南半球向南的约为30度的倾角的原理。

英国物理学家和天文学家乔治·哈德里(George Hadley, 1685—1768)于1735年继续发展了哈雷的设想。根据他的理论，他解释了由于地球自西向东自转而形成的信风环流，但他借助同样的因子来解释其精确的流向和变化的速度，依据所在地球的纬度位置观察与这个原理的相符[3]。这个理论经常被拿来使用与修改。如今人们已经在此基础上增加了许多注释因素：尤其是地表的起伏、洋流、南北两半球分布不均的大陆。人们又向其引入一个重要概念即“科里奥利力”(force de Coriolis)，这是以法国物理学家兼数学家科里奥利(Gustave Gaspard Coriolis, 1792—1843，法国高等教育学院的技师及工程师)命名：一个虚拟的力垂直地在其移动方向上作用于任何一个位于

---

① 哈雷论证了历史上1531年、1607年以及1682年的彗星都是同一星体。他预言这颗彗星将在1758年重新出现，然而他在亲眼见证这个预言被证实以前就去世了。

② 哈雷在圣赫勒纳岛(Sainte-Hélène)建立了第一座南半球气象观测站。他于1676年底至1768年1月都居住在那里。

③ 人们此后命名其为“科里奥利力”(force de Coriolis)。

自转固体的物体上，这个力的作用就会使物体产生一个曲线路径。科里奥利力解释了信风的主要路径(信风从北半球的东北部和南半球的东南部吹起)，就同洋流一样。这个力同样解释了龙卷风的形成以及涡流产生的方向，举例来说，就好比浴盆里的水流出一般(漩涡在北半球向右转动，而在南半球是向左的)①。所有这些因素至今仍在气候信息的全球化中扮演着重要的角色。

18 世纪为大范围气候变化的思想提供了概念条件。那么是什么情况使得人们首次意识到气候会随历史变化这一事实呢？科学家们首次观察到的气候变化迹象又是什么？是在何时观察到的？

“高卢和日耳曼孕育了驼鹿……”

18 世纪发现的热带动物化石(狮子、大象、长颈鹿、犀牛)或是在如今温暖地区的寒冷国家的动物化石，除了在生物与气候之间建立了联系之外，也证实了大规模的气候变化曾在过去发生过的这一想法。由此，举例来说，法国伟大的博物学家布丰(Buffon)曾说：“高卢和日耳曼孕育了驼鹿②、猞猁、熊和其他隐秘生活在北方国家的动物③……”这一说法以及众多其他的都将通过准确的诠释变得更加完善，在 19 世纪初，过去曾经遗留在冰河上的踪迹已经消失不见了。

---

① 在卫星发射和大炮射击时应考虑到科里奥利力：在北半球应向目标的左方略作调整；而在南半球时，这个调整量要向目标的右方进行计算。

② 驼鹿(Loup-cervier)：来自拉丁语 lupus cervarius，雄鹿的狼，意为攻击雄鹿者。

③ “自然通史：各个自然时代：第七和第八世纪”(Histoire naturelle. Des époques de la Nature. Septième et dernière époque)，1778，布丰(*Buffon*)，1788—1988，法国国家印刷局，1988 年。

在瑞士的汝拉马蒂尼[1]的西南部有一块体积为 1 352 立方米的武木冰期的花岗岩块("Pierre-à-Bot 岩块"),这块岩块的重量接近 3 000 吨。在 1840 年以前,一些科学家已经开始思考这块巨大的岩块和众多其他散落在汝拉山顶的岩块是一些远大于现在冰川的冰川所沉积而成的。这些想法在当时是饱受争议的,人们还无法想象会有如此重要的气候变化的可能性。正是一位瑞士博物学家为这场辩论画上了休止符。

由于对当代鱼类(尤其是亚马孙地区)以及鱼类化石的卓越研究,路易斯·阿加西(Louis Jean Rodolphe Agassiz)[2]于 1836 年赢得了一定的名望。他在巴黎结识了居维叶(Georges Cuvier),居维叶本人收集了大量重要的鱼类化石。阿加西在好友,当时十分具有影响力的亚历山大·冯·洪堡(Alexander von Humboldt)的支持下,于 1832 年在纽察图(Neuchâtel)成为一名教师,在那里杰姆那斯(Gymnase)自然学历史教授的职位是特地为他而创的。4 年后,在发表出版有关动物鱼类学化石著作的同时,他还拓宽了研究领域,试图研究瑞士冰川的运动。在采矿工程师兼地理学家夏庞蒂埃(Jean de Charpentier, 1786—1855)的鼓励下,他提出并发展了古代冰川的一些观点。除此以外,他还深受另外一位冰川学先驱思想家的影响:佩洛丹(Jean-Pierre Perraudin, 1767—1858)或许是冰川学理论名副其实的发现者。佩洛丹认为在过去,冰川覆盖了大部分的瑞士山谷并在此后逐步退却。在不断演变的过程中,冰川随之也卷走了一些石方块。佩洛丹通过对冰川上的条痕和因冰川前进而沉积下来的漂石的研究,对这个观点十

---

① 不要与瓦莱州的马蒂尼城相混淆。

② 路易斯·阿加西于 1861 年加入美国籍。

分地自信。

路易斯·阿加西在阿尔冰川(Aar)旁建造了一座小屋：纽察图旅馆(Neuchâtelois)。这座小建筑为他观察和研究冰川起到了遮蔽和基地的作用。1840 年,在他的《冰川研究》中,阿加西证实了在最近的地质时期,整个瑞士是被一块独特的冰川所覆盖的,就如同格陵兰的大陆冰川一样。尽管关于冰川在第四纪扮演着关键角色的这一观点并没有立即被接受,但它无疑开辟了阿加西的道路。阿加西本人提出要求,也作为维护其冰川理论的辩护,花岗岩石块的漂石自 20 世纪开始已被保护了起来。那里有一块纪念牌以怀念冰川学的先驱们：霍勒斯-本笃·索绪尔、佩洛丹,尤其是路易斯·阿加西[①]……

在近 1880 年的时候,大多数的科学工作者都相信正是由于过去气候剧烈变化的盛行才产生了不同的植物群和动物群。特别是第三纪时期的植物种群吸引了众多瑞士博物学家们的注意,其中就包括 1855 年以来的得沙巴达(Gaston de Saporta,1806—1893)和阿尔逢斯·德·堪多(Alphonse de Candolle,1806—1893)。日内瓦植物学家得沙巴达尤其致力于研究第三纪时期普罗旺斯地区的植物种群,并将它们的亲族和现代热带植物结合起来。阿尔逢斯·德·堪多是伟大的植物学家奥古斯丁·彼拉姆斯·德·堪多(Augustin-Pyramus de Candolle,1778—1841)之子, 自 1855 年起他强调古代植物对于更好地了解当代植物非常重要：这实际上是“……通过大量地质、地理以及近代历史和从前植物变化的一种延续性。因此,在我们这个

① 移居美国后,路易斯·阿加西一直在为反达尔文者、固定论者以及多源论者(多源论的中心观点认为人类具有多个起源地)辩护。

时代，植物的分布是与植物界的历史紧密相关的。"[①]也因此，植物的分布与气候的历史也有着不可分割的联系，这样现代气候学的发展条件由此统一了。

尽管如此，为了解释气候的变化，人们应当掌握过去历史中有关气候的可信资料。这种必要性是必需的，因为通过将过去的资料加入信息模型可以预测气候，而这需要人们检验其有效性。由此，当这种模型"预见"到一种已经为人所知的气候时，人们就能认为这是可行的了。在格陵兰岛和南极洲的大陆冰川上钻取深层的岩心试样能使人们了解古代大气层的构成，甚至平均气温的精确数据。事实上，从古代冰里提取的气泡中，氧气中同位素 18 的含量，或氘(氢的同位素，又称重氢)的含量是随着温度的变化而不同的。因此，通过对这些气泡研究可以使我们了解过去的温度。

我们已经知道自武木时期开始，大陆冰川盖的形成引发了新一轮的全球海平面上升，其上升近 120 米。这一复杂时期基本上能使我们了解气候的活跃性。珊瑚灰岩冰川盖是全球海洋与大气层以及大陆冰川盖之间复杂互动的一个最有利的证据：如今人们知道要在上一个冰消时期形成的珊瑚化石上记下准确的日期；因而这也使得 18 000 年后建立一套严格的海洋等高线成为可能。

树木年轮学也同样珍贵。人们能够建立一套可供参考的图表曲线，这套曲线贯穿几个世纪，甚至几千年，通过连接——不完全重叠的基部——同一树种树木生长的年轮图表曲线，以便达到比较那些可比拟数据的目的。这些图表曲线显示了用以重

① 阿尔逢斯·德·堪多：《植物地理学》(*Géographie botanique raisonnée*)，1855 年。

现古代气候的珍贵数据——季节的划分。

对花粉果实和孢子的研究，由于有时其外壳坚固而得以保持几千年，这一研究也使得对远古时期植物景象和气候的重现成为可能。“古孢粉学”[①]也因此成为重现过去气候现象的一门极为重要的学科。

绝妙的米兰科维奇理论

第四纪是指从现在追溯到过去 170 万年前的这段时期（在这期间发生了地球磁场的倒转）。其特点表现为一系列冰川的结冰和冰消过程，周期约为 93 000 年。显然，在重现这一循环时，谨慎的态度是再恰当不过的了。我们仍然记得埃马纽埃尔·勒鲁瓦·拉杜里（Emmanuel Le Roy Ladurie）对“狂躁环”的严厉抨击，也记得“平均”周期这一概念打开了通往某些暴行的大门。尽管如此，最近三次的大规模结冰仍然显示了根据规律所产生的令人不安的波动。

塞尔维亚数学家兼天文物理学家米卢廷·米兰科维奇（Miluntin Milankovitch，1879—1958）并不是第一个对气候的脉动提出天文学解释的人。早在 1842 年，法国数学家约瑟夫·阿尔丰·阿德玛（Joseph Alphonse Adhemar，1797—1862）就发表了他的假说：根据所能了解的冰川年龄并联系现实，地轴并不总是处在同一方向上，而是在 26 000 年里呈圆状（这就是“二分点的前行”[②]）。同时他还认为，一年中南半球接受日照的时间比北半球少 170 小时，这恰恰说明了南极冰盖的重要性。

① 孢粉学（palynologie）：来自希腊语 palé 一词，意为粉末，面粉；来自 paludein，意为传播粉末。

② 参见约瑟夫·阿德玛：《海洋的革命》（*Les Révolutions de la mer*），1842 年。

几年后，1860 年时，苏格兰科学家詹姆斯·克罗尔(James Croll)也支持米兰科维奇的观点，他认为更大的地球轨道偏心率使得北半球在冬天更加活跃，也有利于北半球冰盖的扩张。但是，仍然是米兰科维奇提出了最完美的针对气候循环变化的天文学理论。

如果我们的地球是围绕太阳旋转的唯一星球，那么它的运行将完全符合开普勒定理(Kepler，1571—1630)。然而，事实并非如此：地球之所以没有完美地按照这个定理旋转是因为它会受到月球以及其他行星的引力影响。米兰科维奇理论[①]的中心思想是气候的周期性变化是受到三个天文因素以及这些因素本身周期变化的影响：地球轨道偏心率的变化；与地球轨道所描绘出的平面有关的地球两极轴倾斜的变化以及二分点的前行(岁差)(précession)[②]。事实上，这些因素也使人们了解到季节的分布和地球随纬度变化所吸收的太阳辐射情况。

偏心率与地球的轨道并非圆形而是椭圆形这一事实有关(太阳正好位于这个椭圆的一个焦点上)。这一偏心率会在圆(偏心率为零)到 6%之间变化，目前这个数值是 1.67%。偏心率的变化使得地球到太阳的平均距离也随之改变。如果这一轨道是圆形的，那么地球接收到的能量将会减少。然而，这些变化的实际结果并不是很重要：平均仅是 1 摄氏度的几十分之一阶。事实上，地球在近日点[③]轨道上的运动要快于远日点。这个加速由此弥补了一些太阳辐射的影响，在近日点尤为强烈。

① 可参看书后关于这一理论的插图。

② 来自后期拉丁语 praecessio，是 praecedere 的过去分词，意思是先行。

③ 近日点(aphélie)：来自希腊语 helios，太阳，加上否定词 alpha，意思是没有太阳。远日点：来自希腊语 peri，意思是围绕。

光谱分析①指出了一个双倍的偏心率周期，约为 10 万年到 40 万年。

黄赤交角有一个约为 41 000 年的周期。在一百万年的时间里，这个角度在 24°5 至 21°9 之间进行变化，目前这个数字是 23°27。这个角度在以年为刻度的范围内是稳定的。平均每年，当倾斜角度增加时，赤道地区吸收的太阳能量减少而两极增多。除此以外，季节性的反差也会增加：与北极不太严峻的夏天相对应的是南极十分严酷的冬天。相反，当黄赤交角减小，这种季节性的反差也会随之减小，而这恰恰有利于冰川结冰。

气候的岁差是一个较为复杂的现象。一方面，这个椭圆形的轴围绕太阳并且经过地球运行产生了一个相对恒星135 000 年的完整旋转期。岁差会在太阳距离地球最远（远日点）以及最近（近日点）的那年发生改变。如今，在远日点后的夏至：夏天并没有在近日点后的夏至那么热，冬天也更加温暖了——像这种情况要 11 000 年的时间。在寒冷的冬天和炎热的夏天这种时期里，冰消是有好处的。从理论上来说，目前的情况对冰川盖的形成是有利的。然而，这种趋势很可能会因为其他因素而受到阻碍，例如由于温室气体排放增加而（造成的？）与人类活动息息相关的气温的上升。

另一方面，地球就像陀螺一般震荡并进行着自转，这是由于旋转时离心力使得赤道附近有所隆起。也就是说，两极的地轴描画出一个圆锥状。这根如今指向北极星的轴在约26 000 年的时间里描画着一个圆形。这个叫作“轴进动”（précession axiale）或“宇宙进动”②（précession astronomique）的运动，举例

---

① 光谱分析（analyse spectrale）：方法总集，这些方法可以在阳光下获得一个循环曲线的不同周期的组成成分。

② 这是构成分点进动（岁差）的原因。

来说，能够在远日点使得北半球的高纬度地区远离太阳，或者接近。比利时天文学家安德鲁·伯格（André Berger）指出轴进动导致日照时间发生了变化，变为双倍周期，23 000 年和 19 000 年：气候进动。

在 1911 至 1957 年间，米卢廷·米兰科维奇已计算出 60 万年以来日照在北纬 55°至 65°之间的变化！这一计算使得这些变化中的最小值看上去能与已知的冰期联系起来。在 20 世纪 70 年代，安德鲁·伯格通过计算近三百万年不同纬度的光照变化来回复过去的原貌。对所获得曲线的光谱分析，证明了有一个与计算地球不同轨道要素相关的周期的存在。

尽管如此，一些困难仍然存在：即使我们确定了气候总是会受到米兰科维奇循环的作用力，但是要证明这与遥远的古气候相关仍然是十分困难的。事实上，针对更遥远的几百万年，计算光照反而要容易些，因为人们可以准确地了解三大轨道要素；但是反之由于太阳系处于混沌的状态，人们无法做到这点，尤其是在与偏心率有关的方面。黄赤交角与进动的情况也是类似的，与地幔对流运动或地球质量的分布有关，比如其随冰期变化而变化。除此以外，还有一些其他的气候变化因素，如大气层中温室气体的数量或是地球上浮现出来的表面以及各大陆的位置。总之，日照的变化并不仅仅机械地、直接地控制气候的波动。

然而，米兰科维奇理论获得了科学界的一致认同。这一理论不仅对了解气候的机理以及重建第四纪古气候不可或缺，而且现今关于气候的当代理论在各个方面都或多或少地依赖这位伟大的塞尔维亚天文学家的理论。

第十一节 气候地理

地中海在略少于600万年以前的时候曾经完全蒸发过。这个变化发生得非常快，大约在2 000年内。这一事实已经由海底沉积物下厚厚的盐沉积证实。出现这个现象的原因十分简单：在这片296万平方千米且几乎全封闭的海上的蒸发达到了每年近2 900立方千米。这比它每年获得蓄水面积的总和要多得多。因此，它需要一个来自大西洋的入口，汇入的体积要比蒸发量大20至40倍。但是，仍然有一个同样重要流出口，因为人们甚至在比斯开湾都发现了地中海的含水层。在直布罗陀海峡将地中海与大西洋分隔开的隆起部分深度很小，仅有320米。这个隆起部分若要升高——从地理上来说并非不可能——地中海流域将在两千年内发生翻天覆地的变化。如果这一切真的发生了，未来的气候学家们会作何感想？他们会把这次干涸看作是一个"气候"事件吗？有可能不会：他们会在分析这个惊人的气候结果时考虑地质因素，因为人们应当从"地理气候"的角度思考气候问题。然而，这样仍然不够。在了解气候效应的过程中，人类因素是核心。

因此，"地中海气候"根据其纬度、经度和海拔高度有所不同；也会根据沙漠、山脉甚至是海洋自己的接近程度而不同。然而，到处存在的可用水缺失和"水压力"使人们考虑到：由于水的稀少（平均每年500毫米），也由于来自沙漠的干热风所引起的剧烈蒸发[坎辛风（khamsin）、西蒙风（simoun）、西洛可风（sirocco）]，还因为漫流的大雨难以被生长在地面起伏处不多的植被所保留住。关于最后一点，我们可以看到自新石器时代以来过度放牧在地质削减或森林坡度的破坏中所扮演的角色。

长久以来，面对水资源的稀少，马格里布和近东地区的文化都曾由于这个问题而形成一定的结构。然而今天，人口的增长（约 3.6 亿人口居住在加勒比周边地区①）以及国内国际季节性旅游业的发展（3 亿）使得目前的形势变得越来越难以接受，同时还对社会和政治的紧张局势都产生重大的影响。如此一来，平均每个巴勒斯坦人消耗的水要比以色列人少四倍。水资源已成为一个重要的政治赌注。1995 年 9 月 28 日在华盛顿签署的塔巴协议上规定以色列人可获得约旦河西岸 82%的水资源，而巴勒斯坦人获得 18%。同样，东南地区安纳托利亚的巨大治理工程已开始动工，且雄伟的阿塔土克水坝的置水将能在远期减少四分之三伊拉克从幼发拉底河获得的水量。

因此，人类因素在地理气候的演变过程中具有十分重要的影响：在一个没有人类活动的地区，了解半沙漠化的生态系统"缺水反应"这个表达可能仍然有一定的意义，而生物方面的多样性变化在热带生态系统内具有特定的弹性。

选择地中海周边地区的例子来说明这个观点是因为这个地区和远东都是远古世界的摇篮之一。在那里，人类的迹象要比其他地方更为明显，有关气候的资料也更多。尽管如此，我们已经在上一章中看到，直到精确的航海技术得到发展——这些技术能够创造科学地研究世界范围内气候的条件——人们才能真正利用到这些资料。除此以外，信风气象方法和大比例网都只是在 19 世纪下半叶才找到了自己的位置。

但是，自 1817 年起，亚历山大·冯·洪堡就在地球仪表面建立了一张等温线地形图②。由于他的思想极具系统性这一特

① 预计到 2025 年人口将达到 6 亿，不包括游客数量。

② 等温线（lignes isothermes）：来自希腊语 isos，意指相等；指连接那些在已知时间内，具有相同温度点的线。

点，许多科学历史学家认其为气候学的奠基人："地球上热量的分布始于某类现象，在这种现象中，长久以来人们都认识到了普遍的结果，但是它却从来没有被确认过或是被精确地计算出，这只有当理论在经验和观察的资料中获得其采用不同因素的正确方法后才能被确定。[①]"因此，洪堡并不是第一个——他自己也这么说——区分"太阳气候"和"真实气候"的人，但他似乎是第一个那么精确和细腻地证实这个事实的人："我们想要了解地球上每一个点每年吸收的热量，以及对农业和舒适生活来说最为重要的东西，每年在不同地方热量的分布量，而不是仅仅对太阳运动、地平线上天体的高度，以及其产生影响的时间最为重要的东西，即半日弧的大小尺寸[②]"。

人们在这个思路中又重新发现了综合视角和这位伟大的普鲁士学者的宽广思维：通过考虑现象和物理力相互作用的方式，他努力去理解这个世界的复杂性及其规律。大自然的物体从来都不是单独存在的。思考这个复杂性是为了理解世界上多样性现象下的统一性所必须支付的代价。

洪堡建立的等温线认真编入了全世界506个站点的观测数据和方法。他是一个不知疲倦的旅行者和工作者。仅针对作品中的一小部分，他就要研究上万组数据。怀着一种令人惊叹的谨慎的科学态度：他注意到坎顿一个站点通过十年时间获得的结果只是在一个游廊下获得的，而在拉斯·帕尔马斯（加那利群岛）一个站点中正在进行的一些观察结果是"不太可靠[③]"的。

由于大气的总运动是由太阳能维持的，因此人们想象着等

---

① 亚历山大·冯·洪堡：《全球等温线和热量的分布》（*Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe*）（1817）。

② 同上。

③ 同上。

温线总是与它们有着直接的联系——我们已经知道科里奥利力的作用应该同样被考虑在内。因为地球位于一个复杂的轨道上并且全球海洋内都出现了不规则的大陆，因而太阳能所分布的量也不相等。引起这个不相等的主要原因是地球大气的运动。这个运动的复杂性使人们难以在一个仅存在于气候与生物之间的关系中将其描述出来。即便如此，要理清几个全球大气环流原理的主要线路仍然是可能的。

全球大气环流

地球阻隔了极小部分的太阳辐射，并且会反射一部分回宇宙，而所谓的温室气体在局部给这个反射设置了阻碍。在热带纬度地区里，太阳辐射垂直照射在地球上而且被吸收的热量超过反射量。在高纬度和中纬度地区，情况正好相反。事实上，太阳辐射的照射角度（假设定为北半球的 6 月 21 日）会随着纬度的增加而越来越小：白天，高纬度地区地球表面吸收的瓦特量要比热带内地区多得多。除此以外，出于同样的原因，太阳辐射在北半球逐渐减弱所需的路程要比赤道地区长。

来自热带地区并向南北高纬度运动的大气总环流解释了为什么温差并没有无限制地扩大：无论是在地面还是高空，大气风都是由较热地区（高压）和相对较冷地区之间的压力差所造成的。然而，正如之前所说，这些能量的转移只不过是一些趋势；实际上，它们也受到某些其他因素的调控如由地球自转引起的科里奥利力、大陆与海洋间的反射率差异以及大山的性质：事实上，山地屏障的高度和山脉的方向在上述所提到的原理的变动中都发挥了一定的作用。

环流有三个主要地区。在由南北回归线划定的区域内，有五大反气旋中心。其中在赤道以南的有：复活节岛（位于太平

洋),圣海伦岛(位于大西洋)和马斯克林群岛(位于印度洋)。而在赤道以北的有:加利福尼亚反气旋(位于太平洋)和著名的亚速反气旋(位于大西洋)——西欧天气预报的前哨。在中纬度带——在那里有着诸如气候温暖舒适的欧洲地区——气候取决于仍存在疑问的热带内高压和较高纬度低压间的一种力的关系。这里盛行的风是西风。正是这些风在中纬度地区引起了极锋的大气干扰,而这些干扰是由热带热空气团和高纬度地区冷空气团之间的接触所引发的。

我们现在来了解一下"极锋"的概念,它就像一条在具有不同属性(湿度、温度)空气间震荡接触的界限,也好像这条线会随着对峙双方势力的增长而进行并列震动。这个锋也许是固定不变的,也许会受到干扰。在第一种情况下,空气团会随着锋面界限平行移动;而在第二种情况下,热空气会延伸至高纬度地区,而冷空气团向低纬度扩展。受干扰的界面是低气压的。由于科里奥利力的作用,其合力形成了一个旋转的总运动,而这个旋转在北半球是按逆时针方向进行的。因此,在地球上的这个区域,电视上的天气预报主持人总是在这个意义上做出一个笼统的"卫星图像"的手势。与此不同的是,南半球的运动恰恰相反,其运行按顺时针方向。

总之,南半球是大气特性的所在地:例如在南纬40°至50°之间几乎没有露出水面的陆地,近地风会定期猛烈地吹向那里。在这咆哮的40°和怒吼的50°之间,信天翁将不知疲倦地环游世界,只为了繁衍后代和休息而降落,它们不停地翱翔,仅为了在海浪上长眠。

一个随机的机制

大洋环流的机制在许多方面都与大气环流相似。全球海洋

占据地球[①]表面71%的面积，正如同人们在18世纪所说的那样。而就像露出水面的大陆那样，海洋同样也因为受到太阳辐射的影响发生不均匀的回暖。海洋在赤道地区平均获得的能量最大，而随着纬度的增加，能量会随之递减。它们之间的差距会不停地增长，就像大气的情况一样，不规则的复杂水流通过搅拌海洋水域来应对这种不平衡。这种搅拌运动只限于局部，且只会影响海洋的上层：就波涛的情况而言，它们是由公海的风引起的；而波涛干扰的海浪是由局部的风和邻近的大陆边缘引起的。很大程度上由月球引力所引发的潮汐，同样是海洋搅拌中局部因素的一部分。

此外，还有一些更为重要的运动，如由太阳能、风以及科里奥利力共同引起的洋流。其中，我们已经了解与信风密切相关的科里奥利力的重要性。锋面能够通过不同性质水的接触形成。温度较热的水密度也较大，容易下沉；而冷水较易上升。海水的含盐度同样也在大洋环流中扮演着角色：含盐度较高的海水密度也较大，因而趋于下沉到大洋深处。在某些情况下，风会吹动海水表层，引发"水的召唤"，从而使来自较深层的较冷海水上升。这个现象被称为"涌升流(upwelling)"[②]。这常常是由于沿海风的缘故。冷水的涌升抑制了上升气流，也令沿海地区变得干燥(摩洛哥和秘鲁的沿海沙漠就属此类情况)。表层的寒流拥有同样的效果，而表层的暖流，如墨西哥湾暖流，则会减弱沿海气候。冷水的上升有着使海洋环境肥沃的效果，因为这使得矿物盐也随之上升，同时也增加了植物性浮游生物的数量，而这

① "大陆和水"(De terre et d'eau)，来自拉丁语 terra，意为大陆，以及 aqua，意为水。

② 涌升流(upwelling)：溯流而上的水柱，来自英语 up，意为高，向高处；well，意为深渊。

些生物正是海洋生态系统中生产力的基础。

显然，由大气环流与大洋环流组成的这个整体会受到局部因素的影响而进行无限调整：大气—海洋的联合体具有无限的复杂性，甚至对全球平衡也具有十分重要的影响。事实上，这个联合体代表了两个基本载体的连接[①]——海洋与大气——与地球的生态系统结成连带关系进而形成一个庞大的整体，自矿物学家及地球化学家弗拉迪米尔·伊娃诺维奇·沃尔纳德斯基(Wladimir Ivanovitch Vernadsky, 1863—1945)和北美生态学家及湖沼学家(来自希腊语 limnê，意为池塘)乔治·爱福林·哈钦森(George Evelyn Hutchinson, 1903—1991)的作品问世以来，人们便将这个整体称为“生物圈”。

由于全球范围内气候机制的广泛性和复杂性，它对科学家和大众都呈现出强大的吸引力。然而，对它的了解并不仅仅是为了满足人们的好奇心，它还尤其与主要经济问题有关，如运输业、农业和渔业。

厄尔尼诺，可怕的婴儿

自 19 世纪以来，秘鲁的渔民们便一直将太平洋内沿厄瓜多尔和秘鲁边缘扩展并处于相对较低位置的暖流称为厄尔尼诺现象。厄尔尼诺现象发生在春末夏初并在近圣诞节期间最为激烈，即南半球夏天刚开始的时刻——正因为如此，厄尔尼诺取名于西班牙语，意为“圣婴”。有时，这个现象并不明显，影响也足可忽略；在这种情况下，热度异常量仅在 2℃至 3℃之间。出于这个原因，与这个地区的渔民相反，当现象明显的剧烈的时候(热度异常量在 8℃至 10℃之间)，科学家们并不说厄尔尼诺现

① 内陆水域具有同样的功能。

象或“厄尔尼诺之年”。通常，沿南美洲西海岸向北吹的风使冷水上升——即涌升流现象。当激烈的厄尔尼诺现象发生时，这些上升的冷水会被密度更大的表层阻拦。于是，对经济的影响就立竿见影凸显：磷酸盐和硝酸盐使海洋中肥料缺失导致作为鳀鱼饲料的浮游生物的量下降——渔民们的主要目标。为了找到食物，鳀鱼会离开沿海的洋流或向更南的智利游动。因此，剧烈的厄尔尼诺现象对渔民、陷入瘫痪的鱼粉工厂以及海鸟而言是一场灾难，海鸟们会上百万地因饥饿而死。但这并不是一个强大的厄尔尼诺现象引起的唯一后果。如今，气候学家们认为这种现象的影响已远远超出太平洋的范围，在全球范围引起动乱。事实上，在厄尔尼诺现象剧烈发生时，运行中的机制是既复杂又不可知的。

一切都从 1920 年开始。吉尔伯特 · 沃克爵士(Sir Gilbert Walker, 1868—1958)是一位英国的气象学家，在 1899 年的饥荒之后到印度研究季风状况。当时，他被委任为印度气象局局长(1903)。他试图揭开季风的机制，以便尽可能预测人们已知的能够成为饥荒起源的干旱之年。他最初的想法是在极大范围内考虑气象资料。这样，他发现亚洲季风与澳大利亚、印度尼西亚和印度的干旱时期、塔西提岛低压和太平洋信风减弱时期以及加拿大西部暖冬之间有着极大的相关性！

经过对有关太平洋资料的仔细研究，沃克发现当塔西提岛和法属波利尼西亚(即太平洋东部)的平均大气气压上升时，西部(在澳大利亚北部达尔文进行的测量)的大气气压就会降低，这一相反现象在塔西提岛的平均气压下降时也会发生。沃克将此巨大的波动命名为南方涛动(Southern Oscillation)[1]。这种平衡运

① 南方涛动(Southern Oscillation)：这一名称是由说法语的气象学者在无翻译的情况下使用的。

动说明了被气象学称为“机体”的功能，也就是“由能源的不同分布和对流层[①]中高处和低处垂直及水平运动的结合所引起的大气环流”。

沃克的这个机体（或“环流”）在以下方面起到作用：在低海拔，信风由东向西吹（对比秘鲁海岸，引发印度尼西亚海平面上升超过 40 厘米）；此时，上升的对流[②]运动也会发生；随后高空的风便由西向东吹——人们有时称之为“反信风”，直到气团下降并再次回到低空（这个现象，通过借用地质学语言，在气象学被称为“下沉”）。

沃克还未能预言季风的性质。他曾认为季风的概念将在人们更加了解高空环流的时候得以解释[③]。因此，他受到了同事们的谴责。就在他的工作被世人遗忘的时候，挪威的气象学家和地球物理学家雅各布·毕耶克尼士（Jacob Bjerknes，1897—1975）[④]又将其重新发掘出来。这显示了将厄尔尼诺现象（缩写：EN）和沃克的“南方涛动”（缩写：SO）结合起来的必要性。ENSO 代表着一个独特而又庞大的系统，这个系统将沃克的机体、厄尔尼诺现象、印尼的雨及秘鲁的鳀鱼全部连接了起来……

因而，在正常情况下，沿厄瓜多尔和秘鲁海岸肥沃冷水的回升是由东向西吹的强大信风所引起的（涌升流是由东西向沃克

---

① 杰拉德·贝尔唐多（Gérard Beltrando）、劳尔·什梅利（Laure Chémery）：《气候词典》（*Dictionnaire du climat*）。“对流层”（troposphère）（来自希腊语 tropos，意为转动；trepein，意为旋转和球体）位于大气的最低层；它从海平面开始直至过渡到平流层——“对流层顶”（来自 tropos 和 pausis，意为中止），于将近海拔 12 000 米。

② 对流（convection）也能拼写为 convexion。

③ 关于这点，事实证明他说的是有道理的。

④ 请勿将雅各布·毕耶克尼士和他同为地球物理学家和气象学家的父亲威廉·毕耶克尼士（Vilhelm Bjerknes，1862—1951）相混淆，人们尤其应感谢他们的极锋理论。

环流[①]的支流引起）。人们知道信风强度的降低会减弱涌升流的能量：表面的冷水会沿海岸流回；当信风能量崩塌，就是一个剧烈的厄尔尼诺现象。通常情况下，那些在澳大利亚上空厚厚的云会向南美移动。赤道信风甚至能使这些云反向移动。沃克机体的动荡是十分全面而彻底的。暴雨和洪水会破坏南美大陆的西北海岸，与此相反，澳大利亚却是干燥的。这种形式的厄尔尼诺是一个灾难。气象学者们想要设法了解是什么引起了信风强度的降低：但这仍然是个谜。

另一个谜则是"厄尔尼诺年"的频率。我们已经知道这个现象并不是新出现的：征服者法兰西斯科·皮泽洛（Francisco Pizarro，1476—1541）在秘鲁沙漠地带的推进获利于那时不同寻常的雨。人们将这一事件归因于一次重大的厄尔尼诺现象。厄尔尼诺现象在 1920 至 1930 年的全面消失也同样令专家们困惑不已。气象学家们无法解释为什么不利条件会在 20 世纪 90 年代初期一直持续。但在这里人们应考虑到气象学家们的所知是最新的。1982 年一艘美国的海洋考察小船——康拉德号（Conrad）沿秘鲁海岸测量了不同深度处的水温，随后将数据传输到华盛顿的中央电脑中。这台电脑已事先进行了编程，会自动丢弃与规定标准相距甚远的结果。事实上，一些测量设备是有不足的，不过，重要的错误的结果不能被导入模型，因此康拉德号的测量被丢弃了。但设备都是正常运行的！如今，人们认为康拉德号测量到的热异常是由 20 世纪最剧烈的厄尔尼诺现象之一所引起的。

尽管仍然存在许多未知地带，但气象学者们已得出结论，在

① 当信风变得不同寻常的剧烈时，人们将其称为拉尼娜现象（La Niña）——是对厄尔尼诺相反现象的命名……

整个20世纪厄尔尼诺现象出现的频率是呈上升趋势的。在过去的20年里并未发生什么，但有两次激烈的活动相继发生：分别在1982至1983年和1997至1998年。珊瑚岩心试样使人们认为直至1890年，那些比平均现象更为激烈的活动在之后的12年都有明显发生；如今这个频率已提高了三倍。众多气象学家认为这一提高与太平洋地区气温和湿度的上升有关。但是这种相关性并不一定包含一定的因果特性，而且即使这个因果关系被证实了，专家们也无法确定其意义：有些人认为即使这不是引发全球变暖的厄尔尼诺现象频率的加速，反之也不成立！

尽管如此，厄尔尼诺依然盛行，有些人将北大西洋涛动(NAO)称为"小尼诺[①]"，即西冰岛低压与亚速尔群岛反气旋之间不稳定的气压差。当气压差达到最大值，会在北欧引发强烈的西风。这些风将把潮湿的暖冬带去那里，但却会使美国的东北部海岸出现严冬：暴风雪和严寒。但这与厄尔尼诺现象的比较是很难站住脚的：构成真正厄尔尼诺的平均水温差，与太平洋的6℃至10℃相比仅能勉强达到1℃。而引起水位差异的原因与此并不相同：在大西洋，差值为20厘米，这是由气压差造成的；而在太平洋(差值为40厘米)则是由信风引起的，这些信风将表面的热水向西吹动。没有一位科学家支持西北大西洋风况与热带信风之间对等的观点。海洋涛动从哪来是个疑问，将之与墨西哥湾暖流的影响相结合，能够使人们观察到其与西欧、西北欧的气候变化相一致的一面。然而，在公众，尤其是欧洲人心目中，气候异常现象的激烈程度和频率都在增加。

---

① 参阅：《大西洋"小尼诺"影响欧洲气候》(Un《petit Niño》atlantique influence le climat européen)，《世界报》(*Le Monde*)，2000年1月15日。

令人不安的洪水和风暴

1999年12月26日和27日，两个飓风先后由西向东横扫法国北部和南部地区，对法国的森林造成了人类有纪录以来最严重的破坏。根据当时农业部、食品部、渔业部和农村事务部公布的数据，被风吹倒（包括因受到大风影响而跌落、翻转、连根拔出和折断）[①]的公共森林[②]体积达到47 467 550立方米，私人森林面积达到90 937 750立方米。总量达到了138 304 820立方米，相当于约500 000公顷的森林面积。这个总体积已接近法国森林的年生产量[③]。在许多地方，风力都达到了200千米/小时。这两次飓风共造成92人死亡，2 000人受伤。根据一些专家，诸如埃马纽埃尔·勒鲁瓦拉杜里（Emmanuel Le Roy Ladurie）的说法，法国自17世纪以来还未曾遭遇过如此严重的灾难。此次恶劣天气的损失预计在62.5亿至70.9亿欧元之间，法国电网也遭到严重的破坏，最严重的危机是使得340万家庭失去电力，法国电力公司因此次风暴蒙受15.2亿欧元的损失。

奇怪的是，对于外行而言，森林科学家们并非不满：最脆弱或不健康的树木往往是那些最没有抵抗力的；被风吹倒的树会打开一个孔，这有利于生物多样性（孔中的树种会在那里找到自己的路）；甚至是在将大量死树从伐木场运出过程中，根据专家的观点，积极的方面则有：分解的微生物将自行生长，而这对将来是有益的！

---

① 在有些地方，雪和冰也起到了推波助澜的作用。

② “公共”森林包括国有森林和集体森林。

③ 要注意到在《世界报》（2001年11月）第303号“记录与文件”中，1.1亿立方米的数字是领先的（来源于全国林业委员会），被评估为法国森林年产量的三倍。且此评估标准具有灵敏度……

以前，强劲的风暴也曾在1978年1月10日及12日、1969年7月6日、1967年3月12日席卷过法国。1987年10月15日和16日，强风狂扫布列塔尼、诺曼底及诺尔地区，造成4人死亡。1990年1.15亿立方米的树木在欧洲大陆上被推倒，尤其在德国(7 000万立方米)。当年的1月末至2月初，大风吹向法国北部地区，外桑岛时速达162千米/小时，巴黎风速为123千米/小时。

2002年10月27日星期日，4人在一场横扫大部分欧洲的暴风过程中死亡，另外至少24人死亡。德国的伤亡人数最为严重：10人死亡。在英格兰和威尔士，树木倒塌造成6人死亡。

洪水是许多欧洲居民关注的与切身相关的第二大气候因素。2000年10月至2001年4月，众多法国河流进入汛期。占整个国家四分之一的东北部以及罗纳河谷都受到影响。在索姆省，一场灾难在2001年的3月末至4月2日发生了：受影响的房屋数量由3月28日的60个上升至4月2日的890个。这场洪水的威力十分巨大：波及城市108个，3 500个房屋和地下室受淹，超过1 100人被疏散。七月底，这场自然灾害所造成的总损失已预计达1亿欧元①。

一年后的2002年9月8日，大雨侵袭法国南部地区，引发了猛烈的洪水。自然灾害影响了罗纳河谷416个市镇中的395个(占95%)，加尔省所有市镇遭洪水侵袭：57件艺术品，76条地方道路，20座净化站，4 500处住宅遭到损坏，其中130座房屋完全损毁。

在之前的15天，即8月中旬，灾难性的洪水早已影响了捷

① 由于这里并不涉及全面的洪水问题，因此问题不在于2002年索姆省的那场洪水，也不在于那些不幸影响奥德省的洪水。

克共和国的 753 座市镇，220 000 人被迫疏散，致使遭受的损失预计达到 700 亿克朗。8 月 13 日星期二，成千上万的捷克人不得不离开布拉格的历史中心，在那里，泛滥的伏尔塔瓦河河水已蔓延到了哈布斯堡王朝时期的宫殿和庄园。与此同时，洪水也侵袭了奥地利，有 60 000 人受到物质损失或被迫疏散。多瑙河经历了罕见的暴涨。在德国，约 30 000 人在萨克森州撤离，那里的易北河也在泛滥。俄罗斯的情况更加严峻：8 月 15 日，那里的洪水已导致至少 58 人死亡。在俄罗斯南部地区，4 000 名到黑海海边度假的游客被困在了施罗卡亚巴尔卡。在此期间，罗马尼亚的洪水和狂风导致至少 7 人死亡。距离布加勒斯特 190 千米处，一场龙卷风席卷了一座村庄，3 人死亡 15 人受伤，当地的 14 座房屋被毁。

同一时期，亚洲地区也难以幸免：在尼泊尔季风来临初期的 7 月，洪水与山体滑坡导致 422 人死亡，173 人失踪。这场洪水是两个因素结合的后果：高处异常强烈的积雪融化以及过早到来的丰富的季风暴雨。

最后，在此之前的一个月，即 2002 年 6 月，在中国西部地区，一场洪水过后的急雨致使至少 223 人死亡，近 320 000 人无家可归。在这个国家的六个省份和地区，严重的洪水和泥石流导致至少 279 人失踪，还破坏了桥梁、道路和住宅区。四川省同样经历了灾难性的大雨。

世界各地的媒体和新闻报道都长时间使用了相同的字词：《一个世纪以来最严重的灾害》(*La pire catastrophe du genre depuis un siècle*)(奥地利)；《捷克共和国一个多世纪以来最严重的洪灾》(*Les pires inondations en République tchèque depuis plus d'un siècle*)；《一个世纪以来最严重的洪灾》(*Les pires inondations depuis un siècle*)(德国)；《三十年来最厉害的降水

强度》(*Des précipitations d'un intensité sans équivalent en trente ans*)(俄罗斯);《自上世纪有测量以来的最高纪录》(*Un record depuis l'existence des mesures au siècle dernier*)(中国),等等。

面对这个事实,两种学派起了冲突。其中一派否认了近期突如其来的自然灾害是异常现象。其支持者认为现代通信手段尤其要为被称为"先进"国家的人们所有的气候焦虑承担责任。我们已经知道仅仅几十年间在世界的另一头,甚至遥远欧洲的某个国家里发生了气候灾难,这确实没错。大雨和风暴的同时发生也许是长久以来一直存在着的,但却没有在短期内被明确地辨别出来。这点很难知道,原因在于缺乏 1850 年以前的可靠数据资料,尤其是边远国家,那里没有类似教区记载、葡萄收获季节、庄稼收获季节等资料。除此以外,风暴对欧洲森林的影响在今天已经大为不同,更确切地说,这些影响愈加显著了。另外,如今的森林覆盖面也比一个世纪以前大得多:当时,风暴引起的损失很可能并不大。最后,另一个争论点在于强调如今的乔木林较整个中世纪要多得多,在当时,采伐林——折叠而非折断——由于缺乏柴木而占据着主要位置。

而另一学派则反对这些观点,认为目前的情况是从未有过的:自本世纪初以来,自然灾害越来越厉害,发生的频率也在不断上升。而如今,没有一位气候学家能够证明这些事实,并予以解释。但所有人都承认,现在已开始了的一个多世纪的全球变暖正是目前失常现象的原因,举例来看,就如同因海洋蒸发量上升而增加了大气湿度,又会引起丰富的降水量、更频繁的降水,或厄尔尼诺现象的加剧(1997—1998 年的厄尔尼诺现象是有记载以来最为剧烈的一次)。

总之,两种确实性都已被接受,即对气候研究的全球必然性

和人类社会活动对全球气候的影响。如今，人类正改变着这个星球的气候就像几十亿年前的前寒武纪时期蓝藻所做的那样。这也是近期才被确定的：前一句甚至在20世纪90年代初还没有被书写出来。诚然，长久以来科学家们一直在猜测工业社会改变的不仅有环境，还有地球上的气候。但这种猜测正成为一种信念并从此被一个双重疑问所取代：若在遏制全球变暖上无所作为会发生些什么？从科学的角度出发，是否有可能做些什么？若答案是“是”：是否有理由希望在政治上取得成功？

第十二节 人类与气候

“由于气候炎热，许多地球上发生的巨大运动都吸引了我们的目光：大气的躁动，云层的上升，降雨及其他大气现象，以及在地球表面纵横交错的水流……还有大地的震动，火山的喷发都是造成这种炎热的原因。”[1]1824年，年轻的工程师、物理学家萨迪·卡诺[2](Sadi Carnot，1796—1832)在28岁的时候写出了以上这些话。他的《论火的动力》一书不仅掀起了一场物理革命，同时也从根本上改变了我们对世界的看法。

“生物圈”一词来源于1875年奥地利的地质学家爱德华·聚斯(Eduard Suess，1831—1914)，它首次出现在一本关于阿尔卑斯山起源的作品中，这部作品将“地壳”(由地壳和上地幔组成

---

① S.卡诺：《论火的动力和能用其为动力的机器》(*Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*)，1824。

② 尼古拉·莱昂纳尔·萨迪·卡诺是拉扎尔·卡诺(Lazare Canot，1977年拿破仑战役期间任部长)之子；萨迪常与他的侄子马里耶·弗朗索瓦·萨迪·卡诺(Marie François Sadi-Carnot，1837—1894)被混淆。马里耶和萨迪同为巴黎综合理工学院学生，并于1887年当选为法兰西第三共和国总统，1894年被刺杀。法语中，“sadi”是个较不常见的名字，是对诗人设拉子·萨迪(Shiraz Sa'di)致敬。

的地球外层）与地球的球形薄膜区分开来，而在这层薄膜中有生物存在①。八年后，聚斯明确指出了生物圈“……在生活中位于地壳之上”，还指出“……只包含我们地球上的生命，并伴有温度条件和化学成分等；但不包括对所有生命过程的猜测，因为其中其他一些天体会是其所在地。在这些条件下可以得知，生物圈是一个不仅存在于宇宙中，还存在于时间之中的有限现象。”②

然而在俄罗斯自然矿物学家弗拉迪米尔·伊凡诺维奇·沃尔纳德斯基（Wladimir Ivanovitch Vernadsky，1863—1945）几部关于生物圈的重要科学作品中提出了：“通过对在地球运动中太阳辐射的研究已经能使我们从精确和深远的科学角度探索一个粗略估计的生物圈，如同‘一个既适用于地球又适用于宇宙的机制’③。”因为“……从其本质而言，它可以被看作是一个地区的地壳，充满着能够将宇宙辐射变为活跃的大地能、电能、化学能、机械能和热能等的变换器。④”

沃尔纳德斯基曾是自然矿物学家瓦西里·多科切夫（Vassili Dokoutchaev，1843—1903）的学生，多科切夫是“土壤学”（研究土壤的学科）的创始者。沃尔纳德斯基在成为莫斯科大学的教授之前，曾在圣彼得堡国立大学求学，当时还在那里结识了许多伟大的学者，如化学家德米特里·伊万诺维奇·门捷列夫（Dmitri Ivanovitch Mendeleïev，1834—1907）。他于1910年辞职，目的是为了抗议在圣彼得堡公立大学科学院采取残暴

---

① E. 聚斯：《阿尔卑斯山的起源》（*Die Entstehung der Alpen*），维也纳，W. Braunmüller，1875。

② E. 聚斯：《地球的外貌》（*La Face de la Terre*），1897—1918；由让·马克·德鲁安（Jean-Marc Drouin）引用于《生态学及其历史》（*L'Ecologie et son histoire*），米歇尔·塞何（Michel Serres）的序言，1993。

③ W. 沃尔纳德斯基：《生物圈》（*La Biosphère*），1929。

④ 同上。

的手段对付学生的做法。在 1922 至 1925 年间，他居住在法国。他曾于 1890 年在那里做过化学见习，还经常拜访玛丽·居里(Marie Curie, 1867—1934)的实验室。

1924 年，他用法语发表了名为“地球化学”(*La Géochimie*)的作品，这部作品令他在 1922 至 1933 年间在索邦大学进行系列演讲，这些演讲帮助了法国哲学家、古生物学家皮埃尔·泰亚尔·德·夏尔丹(Pierre Teilhard de Chardin, 1881—1955)，哲学家亨利·柏格森(Henri Bergson, 1859—1941)，数学家、哲学家爱德华·勒·鲁瓦(Edouard Le Roy, 1870—1954)及其他人。此四人相互影响。由此，“生物圈”的概念来自泰亚尔的“精神圈”理念(人类精神的范围)；而沃尔纳德斯基在 1945 年也采纳了这个概念。相反的，人们在《地球化学》中看到了一些发展，而这些发展引发了泰亚尔·德·夏尔丹的证题，或者说引发了对柏格森的“使用工具的人”(Homo faber)这一概念的使用。《地球化学》是沃尔纳德斯基第一次使用“生物圈”这个词的著作。而这位矿物学家在研究地球元素的同时，“地球化学”也在了解地球化学元素的历史。这个问题使这位作者对地理气候的巨大循环产生了兴趣——而居首位的是碳的循环以及“人类的地球化学活动”。

与众多俄罗斯著作一样，《地球化学》是以整套论文的形式呈现的。在所有包含的 160 篇论文中，名为“宇宙中的生物圈”的第一部分含有 67 篇论文，它们阐释了沃尔纳德斯基最为杰出的观点。然而，这些“宇宙的”观点在当时并没有引起反响；但今天，环境科学的近代史，给有关全球气候变化的作品和盖亚“假说”的媒体成功带来了飞跃，尤其为沃尔纳德斯基的主题带来了某种现实性。他们因此融合的多学科性质具有卓越的现代性，在复兴中并不显得奇异。尽管如此，来自萨迪·卡诺天才成就

的沃尔纳德斯基思想只是有了飞跃。

宇宙的热死亡?

卡诺在他 17 岁的时候成为巴黎综合理工学院的学生，12 年后，他于 1824 年发表了《论火的动力和能用其为动力的机器》。这部小小的作品共 119 页，仅仅印刷了 600 册，在当时蒸汽机还不是真正新生事物的时代，这部作品并没有引起人们的关注。然而，萨迪·卡诺在那时就建立了一门新的学科，即“热力学”。这门学科论述了热转化为功的过程，也就是能量互换的定律，更确切地说，这些定律能够适用于热能与其他所有能量形式(机械能、电能、辐射能)的转变。

热力学能按照惯例将所有事物分成两个部分：一个是研究系统(理论和实验方面)；另一个是外部环境，也就是事物的其余部分。当系统通过外部环境转换物质时，它是开放的(这是活跃系统的情况)；若不是这样，便是封闭的。如果一个系统无法将热能与外部环境进行转换，那么这个系统是隔热的；当它与事物的其余部分既不能转换能量，也不能转换物质时，它便是隔绝的。

热力学的第二个定律，也称之为“卡诺定理”，确立了一个孤立系统向稳定状态演变的过程。根据物理学家、哲学家伊利亚·普里高津(Ilya Prigogine)的解释：“如果我们对一个宏观物体的某一部分进行加热，随后把这个热体孤立起来，它的温度最终会趋于一致[①]”。这种一致性[②]与系统中最大的熵[③]相符，即

① I. 普里高津：《物理学，时间和变异》(*Physique, temps et devenir*)，1980。

② 这里指热量的“分布”，并非改变其数量(热力学第一定律，也称为“能量守恒定律”)。

③ “熵”(entropie)：来自希腊语 entropê，意为返回，是一种表示状态的物理量，并在热平衡状态下达到最大值。

与被物理学家们称为最大的“混乱”相符，即便这种词汇的选择并不十分直观和明显[①]。

熵的最大值在无能量输入的情况下不可逆，因此它表现了一个完美的实例，也就是根据普里高津的说法，如今人们所说的“时光之箭”，而这支箭给物质赋予了历史。这些观点已被应用在我们的整个宇宙之中！这种普遍性从认识论的角度看是否合理还不确定，因为必须承认宇宙是无穷的这个可能性的存在——在这种情况下，它就会无限度地扩大最大熵的状态；或者，若宇宙不是无穷的，而且是孤立的，那么其仍将推动问题的解决。

一些表面上的抽象对外行人而言，对世界热力学进化过程的考虑，在思考我们地球上的气候问题时也占有一席之地。由此，研究生物圈概念历史的先驱，瑞士科学历史学家雅克·格林尼伏尔德(Jacques Grinevald)说道：“随着热力学的发展，世界的形象和秩序就像人们所想的那样，不再是一座时钟或磨机，而是一台卡诺机器，一台运行着不同温度的两个‘源头’一冷一热的发动机[②]。”青年卡诺的著作开创了对热量的“行星”重要性的思考。他是否发现自己正在为一个全新的世界形象下定义？这点我们并不确定[③]。与此相反，弗拉迪米尔·沃尔纳德斯基有意在《生物圈》(*Biosfera*)中推广卡诺定理。事实上，在他的作品中，生物圈的概念已同时从生物化学和热力学的角度被下了定义。

---

① 物理学家路德维希·波尔兹曼(Ludwig Bolzmann, 1844—1906)用方程式的形式表达卡诺定理的概率计算：S=k(lnP)，其中S代表熵，k是被称为“波尔兹曼常数”一个常量，lnP是概率P的自然对数。一个系统的熵和活跃系统一样不大可能降低；与此相反，一个对象的状态的概率性越高，它的熵就越大。

② 雅克·格林尼伏尔德：《从卡诺到盖亚——温室效应的历史》(De Carnot à Gaia. Histoire de l'effet de serre)，《研究》(*La Recherche*)，第243期。

③ 正是德国物理学家鲁道夫·克劳修斯(Rudolf Clausius, 1822—1888)于1865年为熵的不可逆增长的规律写出了方程式。

卡诺定理包括一些隐含意义，宇宙正逐步走向一个境地，在那里热量分布在全世界范围，因而无法用于做功（这就是“最大熵”的状态）；事实上，一个气缸外部压力与内部压力的差别对于推动此气缸内的活塞是十分必要的。因此，在19世纪传播十分广泛的观点是宇宙必然地“热死亡”。沃尔纳德斯基对于这种具有不可避免的宇宙热死亡趋向的生物圈的范围十分感兴趣，但他仍然指出，这一范围被绿色蔬菜或自养细菌的生长所推迟了，在这些新陈代谢的活动中会产生我们如今所称的“负熵”。由此，“……人们开始发现一个事实，那便是从能量现象的角度出发，光合作用不仅只在活物的特定化学环境下才发生，还会在特定的热力学范围内发生，这与生物圈有所不同。这些原本在活物内的热力学环境内稳定的化合物，会在机体死亡后穿透生物圈的热力学范围的同时变得不再稳定[①]……”

之后，物理学家埃尔温·薛定谔（Erwin Schroedinger，1887—1961）提出了完全相同的观点，但这次是关于所有生命：“正是在避开迅速分解为‘平衡的’惯性状态的过程中，机体变得令人迷惑”，也就是说，“……是在进食、饮水、呼吸以及（某些植物）进行同化的时候。这个专用术语就是新陈代谢[②]。”再后来，奥德姆兄弟[③]，20世纪最伟大的生态学家们，以概括的语言在他俩的经典著作《生态学基础》（*Fundamentals of Ecology*）中写道：“生命机体、生态系统以及生物圈都具有最主要的热力学特征，能够建立并维持一个惯性的有序状态或低熵……[④]”

---

① W. I. 沃尔纳德斯基：《生物圈》（*Biosfera*）。

② 埃尔温·薛定谔：《生命是什么？》（*Qu'est-ce que la vie?*）

③ 霍华德·汤姆·奥德姆（Howard Tresor Odum，生于1924年）和尤金·布莱森特·奥德姆（Eugen Pleasant Odum，1913—2002）。

④ E. P. 奥德姆和 H. T. 奥德姆：《生态学基础》（*Fundamentals of Ecology*），1971。

对热量在全球范围，甚至宇宙范围内不可逆流动的思考，同样须归功于法国物理学家约瑟夫·傅立叶(Joseph Fourier, 1768—1830)的《地球及其表层空间温度概述》(*Remarques générales sur les temperatures du globe terrestre et des espaces planétaires*)(1824)。傅立叶在这篇论文中阐述了吸收太阳辐射热量的地球沉浸于星际空间的寒冷之中。因此，将其想象成是一台热机是合理的。根据他的观点，大气和海洋的活动使太阳热量的分布更加均匀。这或许是人们首次把这些巨大的媒介作为全球范围的调控因素。之前的日内瓦学者霍勒斯·本笃·索绪尔(Horace Benedict de Saussure, 1740—1799)曾于1787年第二次攀登勃朗峰的科学考察中进行实践。根据傅立叶的观点，索绪尔首次将玻璃温室与地球大气作类比：在此情况下，他制造了由五个互相镶嵌的玻璃盒组成的仪器，同时还配有温度计以便测量太阳辐射作用下的温度差别①。

与雅克·格林尼伏尔德一样，研究温室效应历史的专家们如今都对法国国立巴黎高等矿业学校教授雅克-约瑟夫·埃贝尔蒙(Jacques-Joseph Ebelmen, 1814—1852)的先驱之作十分感兴趣，后者在1945年提出了温室效应的问题基础。埃贝尔蒙研究大气化学组成物质中岩石的化学侵蚀效应以及其对地球温度的影响。更为人所知的是，他对大气中控制二氧化碳和氧气量的因素也很热衷，并且在地球温度变化方面赋予这些因素极其巨大的重要性："……与今天相比，古代地质学时期大气中的碳酸或氧都更为稠密，也更为丰富。一个具有较大重力的气态外壳应与更多的太阳热量凝聚和强度更大的大气现象

① 他的作品后由法国气象工作者、物理学家克劳德·普雷特(Claude Pouillet, 1790—1868)重新整理和扩展。

相对应。”这些空气性质的变化无疑总是在各个时期与生存的有机体相联系①。这里,生命与气候之间的明显联系存在于一个主要方面:大气化学成分的变化在很大程度上取决于生命系统的新陈代谢。那些被称为“温室效应”的气体在大气中构成了一个相对较小的部分,但它们在温室中扮演的角色就好比一个玻璃内壁:它们让太阳产生的热辐射进入并保留一些不反射回浩瀚宇宙的部分。若没有它们,地球上的平均温度就无法让生命得到发展。

正因为此,爱尔兰物理学家、冰川学家、登山者约翰·廷德尔(John Tyndall, 1820—1893)的成就便是在19世纪60年代以现代形式对温室效应问题提出疑问:根据廷德尔的观点,温室效应的本质主要是水蒸气,但他同时还认为二氧化碳也能产生相似的效应。这是一个对气候的巨大变化存在争议的时期,这一争议源自19世纪40年代路易斯·阿加西提出侏罗纪时期的漂石达到全盛的观点。因此,作为当时的一位冰川学家,对不久后命名为“温室理论”的问题感兴趣也就不足为奇了,这一理论建立在瑞典化学家、物理学家、1903年诺贝尔化学家获得者斯凡特·奥古斯特·阿伦尼乌斯(Svante August Arrhenius, 1859—1927)的研究成果之上。

阿伦尼乌斯在阐述巨大气候变化时将温室效应放在了一个显著的位置。这使格林尼伏尔德注意到:“……虽然廷德尔曾在1860年提出大气中二氧化碳浓度与阿加西的冰川时期理论是相结合的……但实际上,温室效应的变化在科学讨论冰川时期

① 雅克-约瑟夫·埃贝尔蒙:《关于硅酸盐类中矿物类分解的产物》(*Sur les produits de la décomposition des espèces minérales de la famille des silicates*)。

理论时并不扮演任何角色[①]”。因此，情况随阿伦尼乌斯而发生了变化：“……我已能计算出碳酸是否会从我们的大气中完全消失，大气中的碳酸含量仅为万分之三，土壤温度下降了摄氏21度[②]”。然而，根据这位瑞典学者的观点，最为重要的是，人类活动已被视为是一项加剧温室效应的可能因素。在一个人们担心人类活动可能在下一个冰期消失的时代里，人类活动的影响仍然被认为是乐观的，因为这种影响就像是一个延缓命运终结的方法！

盖亚，蓝色的星球

在这些研究并吸收沃尔纳德斯基开拓性的研究成果的基础上，一个名为“地球”生态学的学科在第二次世界大战以后建立了起来。从这个角度来看，伴随着国际地球物理年（1957—1958）和首批人造卫星的发射，20世纪60年代末是具有决定性的时期：地球成为了地球研究的对象。[③] 一位来自英国但在美国做研究的研究者在重新发现沃尔纳德斯基思想的过程中作出了重要贡献，并在自己的工作中进行了拓展，这些成果是尝试在

---

① J. 格林尼伏尔德：《从卡诺到盖亚——温室效应的历史》，参见前文所引著作。

② S. 阿伦尼乌斯，被J. 格林尼伏尔德引用于《从卡诺到盖亚——温室效应的历史》。

③ 此前，科学家们已了解植物界和动物界与如今我们所指的“非生存环境因素”紧密相关。卡尔·冯·林奈（Carl von Linné），安托万·洛朗·德·拉瓦锡（Antoine-Laurent de Lavoisier，1743—1794），亚历山大·冯·洪堡以及农业化学家让-巴蒂斯特·布森戈（Jean-Baptiste Boussingault，1802—1887），尤其是尤斯蒂斯·冯·利比希（Justus von Liebig，1803—1873）均为逐步发展过程中各个重要阶段的代表人物——可以肯定，整个生态科学的历史是由这个概然判断法所凸显的。[参见阿克特（Acot，1988，1998a，1998b），贝尔冈帝（1998），博朗德尔Blondel（1998），德劳因Drouin（1991，1998），德莱亚热Deléage（1991，2001），马塔涅（1998，2001）]。

全球范围内建模的先驱。事实上，乔治·爱福林·哈钦森(George Evelyn Hutchinson, 1903—1991)自1928年起便在生态学领域占有主要地位，那年他在英国剑桥大学学习动物学并在南非的约翰内斯堡授课两年后进入耶鲁大学。他培养了许多优秀的学生：莱曼德·林德曼(Raymond Lindeman)，年轻的生态系统现代理论奠基人；奥德姆兄弟[他们的3版《生态学基础》(1953,1959,1971)]，通过普及和发展林德曼的理论提出当代生态学；罗伯特·麦克阿瑟(Robert McArthur, 1930—1972)，岛屿生物地理学的创立人之一；尤其是北美生态学家蕾切尔·卡森(Rachel Carson, 1907—1964)。

在耶鲁大学，哈钦森十分热衷于生物化学的巨大循环。他的同事之一是瑞士蜘蛛学家亚历山大·帕特科维奇(Aleksander Petrunkevitch)，他在莫斯科大学曾是沃尔纳德斯基的学生。因而，哈钦森较早就了解这位生物圈的确定者。然而，起到决定性作用的情况却在于沃尔纳德斯基的儿子，约翰·沃尔纳德斯基(George Vernadsky)。他在耶鲁大学教授历史并致力于让人们认识其父亲研究成果的重要性(除此以外，他还将这些著作翻译成英语)。哈钦森特别研究了人类活动对碳循环和磷循环的影响。从科学上说就是沃尔纳德斯基整体论(Holisme)[①]概念、当代生态学、目前全球气候变化研究方法的公分母。在这些概念中，物质与能量的流动是中心问题。从此以后，自然物，无论是个体还是整体，有生命还是无生命的，都能在行星过程范围内被了解。人们正在研究大气、水流和海洋，因为它们在局部系统的连带性和生物圈的构造方面具有十分重要

① 整体论(holisme)：来自希腊语 holos，意为整体。对于整体论的支持者而言，所有事物皆由一些组成它的各部分事物所构成。

的作用。这一新研究方法的其他主题则针对太阳辐射、生物圈与主要气候变化间的能量平衡和巨大的生物地理循环，诸如碳循环以及从自养生物（指那些“自己吸收”矿物成分的生物）的活动到死亡机体排泄物分解的有机质循环。最后，正如我们看到的那样，对人类社会在全球进程中所产生的影响的研究在此后几十年具有十分重要的意义。

20 世纪 70 年代，英国工程师、医生、化学家、生物学家及控制论专家詹姆斯·洛夫洛克（James Lovelock）曾作为科学顾问在美国国家航空航天局（NASA）工作。他通过气相色谱法丰富了化学分析技术，还发明了极为灵敏的“电子捕捉器”。他还为一些机器人的出现作出了贡献，这些机器人能够自动分析危险的或是人们难以到达的环境之中的大气。吸引美国航天局的是其中一些能够被用于未来的火星任务中的研究。他在美国国家航空航天局的贡献源于发现了觉察火星上生命的方法。这些都使他对生命现象产生了思考。他秉承沃尔纳德斯基、奥德姆和薛定谔的精神，打算研究“熵的减少和逆转”以及在行星上标上生命标记。他把地球看作一个模型，思考否能从大气的物理构成中“演绎”生命。由于大气中的气体会在内部起反应，所以它们一直处于一个不平衡的持久状态中，而这种持久性标志了“负”熵的产生。那么，这就是生命活动的证据了吗？答案是肯定的。洛夫洛克就此提出假设，地球大气的因素生产者是它自己。在独立的科学上，其后他为壳牌研究公司研究了在地球大气中化石燃料燃烧的潜在影响。他的所有作品、多学科的培养和多种兴趣都使他在 1967 年思考大气是一个“生物的构造”，而不是有生命的，就像“猫的毛发”和“鸟的羽毛”一样，也就是说，是一种生命系统的延伸。

1969 年，在新泽西普林斯顿的一次研讨会上，洛夫洛克

在为这个“生命”系统命名之后，跨出了重要一步：命名为“盖亚[①]”是听取了英国作家威廉·戈尔丁（William Golding）——小说《苍蝇王》（*Lord of the Flies*）作者的建议。盖亚（Gaïa 或 Gê）是古希腊大地之母的名字。正是这种起源的神性孕育了最初的神和众多可怕的神性。泰坦族（Titans 和 Titanides）是乌拉诺斯（Ouranos，天神）和盖亚的子女，《在巨大内部的地球》同样孕育了人类。盖亚此后就被认为是包含了地球生物圈、大气、海洋和大陆的整体。这个整体构成了一个为使地球上的生命得到充分发展而“寻找”（原文如此）最佳环境的系统。1970 年，洛夫洛克与波士顿大学的生物学家琳·马古利斯（Lynn Margulis）进行合作。从此，他的名字和洛夫洛克一样，与盖亚假说绑在了一起。

根据这一观点，“地球是一个生物”在科学界被激烈地讨论着。从严格意义上来说，地球与生命系统间并不是一个相去甚远的类比。洛夫洛克自己也承认这点。因此，地球并不自我复制、也不受环境选择的制约，而且她的新陈代谢功能也是富有隐喻的。此外，同瑞士生物学家阿里克斯·吉拉霍夫（Alexej Ghilarov）的想法一样，许多人认为这个假说如果不是创造者为它起了一个如此悦耳的名字，也就不会如此受到人们的关注。

然而，洛夫洛克思想与沃尔纳德斯基的思想都具有同样的成就：通过吸引人们对这颗“蓝色星球”的根本统一性和脆弱性的关注，有力地推动公众获得对地球所面临威胁的认识。洛夫洛克颇有道理地认为，20 世纪 70 年代阿波罗计划中于太空的遨游不仅改变了我们对地球的认识，例如，从月球和太空拍摄的地球照片就是一个巨大的成功，同样也为我们提供了有关大气

① 常拼写为 Gaïa。

和地球表面的新信息，更新了我们对地球上有生命的部分和无机的部分之间相互作用的理解。

主要的政治问题

人类活动对生态的影响并无界限。因此，从 19 世纪末开始，有关保护某些动物物种或保护大自然的国际性会议就经常举办。然而，1968 年又向前迈出了一步：联合国教科文组织(UNESCO)在巴黎召开了一个有关合理利用和保护生物圈资源的由专家组成的政府间会议。当时，“地球太空船”(vaisseau spatial Terre)的概念似乎是首次被使用——1968 年那年，人类从月球上首次考虑这颗蓝色星球的脆弱性。

4 年后，即 1972 年，第一次国际环保大会在斯德哥尔摩召开。环境问题的政治方面暴露在了光天化日之下。因此，“核军事、种族歧视、南非种族隔离以及殖民主义”从环境原因都被谴责，也由此奠定了国际法的基础。

1983 年，在联合国大会上建立了世界环境与发展委员会(CMED)。这个委员会由挪威当时的总理格罗·哈莱姆·布伦特兰夫人(Mme Gro Harlem Bruntland)领导。成员中西方富裕国家享有 3 个名额，东方国家 3 个，发展中国家 12 个，其中包括中国。世界环境与发展委员会于 1984 年 10 月首次召开会议，在会议之后征集论文，并设立专家委员会，后于 1987 年 4 月出版了“布伦特兰报告”——提出世界环境问题及如何作出补救。在“先进”国家中已提倡节能减排。然而，这份文件还将环境上可持续的世界经济发展理念与这个时代主要的政策问题相结合：解决发展中国家的债务问题，减少不平等现象，尤其是将用于武器装备上的支出投入世界未来的生态环境中。

正是在这一精神下，1992 年 6 月 3 日至 14 日在里约热内

卢召开了会议。此次会议共有 179 个国家参加①。与会者 30 000 人，参与报道的记者达 8 000 人。来自 170 个国家的 750 个非政府组织和 17 000 名代表参加了这个被称为“地球峰会”的会议。这次会议还吸引了 500 000 名参观者。“富裕”国家和由发展中国家组成的“77 国集团”——不久成为 128 国——之间不可避免的冲突以一些文件告终：地球宪章，或“里约宣言”，这是由非政府组织提交的一份文件起草而来，其中罗列了有关可持续发展的 27 项原则，即“既满足当前需要，又不侵害后代们所需要的量”。发达国家们确认“考虑到它们对全球生态系统的压力和所拥有的资源”，“在寻求国际可持续发展的过程中应承担一定的责任”。环境保护的《预防原则》(principe de précaution)②也获得承认。该文还重申了布伦特兰报告的核心内容：和平、发展和环境保护是相互依存、密不可分的，而“人类则处于可持续发展问题的中心”。

第二份文件是“二十一世纪议程”(Agenda 21)，这个文件为 21 世纪的可持续发展设立了目标。为了达到这个目标，联合国预计至 2000 年每年需要的资金为 1 250 亿美元，这个数字约相当于全世界每年军费开支的 13%。发达国家们考虑在此项目上投入其国民生产总值③的 0.7%——这样就已经能达到 1 000 亿美元——，但不作出任何过期的承诺④。

一些“协定”，即协议的文本被添加至三个指导性文件中：一项有关森林的协定、一项有关生物多样性的协定以及一项有

---

① 118 位国家元首出席会议。

② 这个原则包含：当拥有充分的理由遇到对健康或环境有严重或不可逆转损害的威胁时，各国应广泛采取措施。

③ 一项衡量国家企业生产财富的经济指标。

④ 1997 年，法国投入了其国民生产总值的 0.56%，美国则为 0.18%。

关气候变化的协定。最后一项成为一则意向声明：其既不具有强制性标准也不包含日程表。1994 年，这项协定在法国批准生效，其后该国积极致力于使 2000 年的 CO_2 排放量不高于 1990 年的标准，然而美国却拒绝在此项协定上签字。

自里约热内卢之后，其他一些针对全球生态和可持续发展关系的联合国的国际性会议相继召开：1994 年有关全球人口的开罗国际人口与发展大会；1995 年的北京世界妇女大会和 1997 年关于气候变化的京都气候大会。京都议定书目标是在 1990 至 2010 年间，全球主要工业国家的工业二氧化碳排放量比 1990 年的排放量平均要低 5.2%。一些国家，如俄罗斯，设法通过种植树木或创造价值——俄罗斯拥有丰富的森林资源（例如西伯利亚的泰加森林）——的方式获得排放权。这些国家以一个较有争议的碳井方式，为自己争取额外排放的配额权利。更糟糕的是：一个交易排放权的国际体系自此使得那些排放量本就低于配额的国家就这个差异进行了谈判！一些前社会主义国家，由于回归资本主义而遭遇经济衰退，它们会将剩余的排放权出售给出价最高的那方。这与在交易所开价用官方的权利换取污染别无二致。最后，在 2001 年 3 月 13 日，美国政府提出反对京都议定书，理由是它使世界 80%的人口免除履约的责任（尤其是中国和印度）①。这是一个远离全球生态和气候变暖的决定……

如果我们忽视民用核问题和复杂系统中仍存在的技术风险的论战方面，那么我们应该注意到核电工业在减少温室气体排放上占据着一个十分重要的位置：在法国，每年每人产生 1.7

① 与此相反，加拿大在里约高峰会议后的第 10 年，即 2002 年在圣彼得堡举办的联合国可持续发展高峰会议上宣布其将批准这一协议的意向。

吨大气中的碳。在荷兰，这个数字几乎翻了一倍(3.2 吨)。一个世界性的核电场很可能能够在相当长一段时间内应对全球变暖问题。显然，即使没有引发扩大军事应用的风险，长时间的废料管理作为唯一引发的问题也足以使热情减少：人们知道10 000年里有关这些废料的信息吗？从那时起，对核废料处理的研究，通过在增殖反应堆内焚化或非此手段，就被提上了议事日程。这并不是一个到处都有的情况，但这至少是我们可以说说的。以同样的方式，针对利用太阳能的公共和非商业性研究几乎变得不存在了，然而，太阳的——热量(通过一个类似于温室的系统接受热量)，虽然十分长远，但能够很好地呈现世界能源的未来。

今天，“温室效应”，即捕获大气的某些组成部分和被地球在红外线内反射出的太阳辐射，正在提出一个严峻的问题。主要的组成部分为水蒸气、二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、CFC[①](氟利昂)、臭氧(O_3)和氮氧化物或氧化氮(N_2O)。在工业社会中这些气体排放的增加是导致温室效应的原因，而地球的平均气温也在上升，这些都是如期产生的灾难性后果。应当注意到，自1750 年以来，也就是说是从工业时代的一开始以来，大气中 CO_2 的浓度已上升了三分之一。

20 世纪 90 年代初，这项协定尚未解释全球变暖的原因。支持自然变暖观点的人反对将这一变化归咎于人类活动。由此，人们可以在 1992 年 5 月法国杂志《研究》(La Recherche)的一期特刊上读到如下观点：“为了证明由温室效应引起的变暖现

① CFC：由“氯—氟—含碳”(chloro-fluoro-carbonés)组成。CFC 长久以来一直被使用于制冷行业。它是臭氧层的破坏者。在一些同意蒙特利尔议定书(protocole de Montréal)(1987)的工业化国家中，除非绝对必要，它已被无害产品所取代。CFC 产品应于 2010 年在发展中国家停止使用。

象已经开始，气象学家们应在一个世纪以来所观察到的 0.5℃ 的温度上升中将与自然变化相关的部分和人类活动相关的部分进行区分[①]。”在那个时期，确定性很小并且严肃的科学家们也十分严谨：“一些迹象令人认为归因于人为温室效应的地球变暖是确确实实存在的[②]”。

如今，对于这个问题，科学界已不再有分歧：目前变暖问题的一个部分——一个仍需确定的部分——是肯定了“人为”的源头：“……气象学家们已获得了确切的证据，认为‘人类对气候的影响是可感知的’[③]”。而这与一个从未在人类历史上发生过的情况有关。

问题数据如下：从 1861 年以来，地球的平均气温已上升了 0.6℃（但是这个数据是科学家们在存有正负 33%的误差上达到共识的！）。自 20 世纪 60 年代开始，人们已经观察到冰川和积雪的大幅退却（今天已达到了 10%）。整个 20 世纪，在北半球的中高纬度，平均降水量每 10 年上升 0.5 到 1 个百分点，并且在同一时期，海平面平均上升 10 到 20 厘米。最后，经过与我们所掌握的 19 世纪末的资料作对比，我们会发现，从 20 世纪 70 年代以来，强厄尔尼诺现象发生的频率也越来越高了。

前景

科学家们普遍认同的全球变暖及其可预见的后果都促使我们将其当作一个非常严峻的形势来对待。在一份关于预防原则的作品中，多米尼克 · 布尔格（Dominique Bourg）与让-路易

---

① R. 萨杜尔尼（R. Sadourny）：《是人类改变了气候？》（L'homme modifie-t-il le climat?），《研究》（*La Recherche*），第 243 期。

② 同上。

③ J.-P. 杜佛（J.-P. Dufour），《世界报》（*Le Monde*），2000 年 1 月 5 日。

斯·施莱格尔(Jean-Louis Schlegel)①十分热衷于15个地球气候变化主要模型中的"定性收敛"的问题,这些问题如今就存在于这个世界上,并且构成了一些科学的基础。在这些基础上,世界在此领域最具权威性之一的政府间气候变化专门委员会(IPCC)②也证实了他们的警告。IPCC的秘书处总部设在日内瓦,是一个附属于联合国的跨政府组织。截至2001年,已有100个国家派代表加入该组织。

哎!这也是为什么一些关于21世纪的预计就变得合情合理了③:地球平均气温上升1.5℃至6℃(2050年为1℃和4℃)。这个趋势并不统一:北半球比南半球所受的影响更大,因为后者绝大部分的热惯量都是由海洋主导。在北半球,欧洲高纬度地区同样也比其他地区更容易受到影响;欧洲南部正变得越来越干燥,而欧洲北部的降水量也有所提高。更为普遍的是:"变暖现象在夜晚比白天更突出,冬季比夏季更突出,高于海洋的大陆比低于海洋的大陆更突出,两极和热带地区比中纬度地区更突出,海洋比陆地更为突出。④"。最后,海平面可能上升大约1米。最具灾难性的而且不幸,同时也是十分合理的预想前景是:温室气体排放未受到任何限制而令气温平均上升9℃,海平面平均上升3米。在80%的人类都生活在沿海地区的情

① D.布尔格是法国特鲁瓦科技大学科技与人文科学系的系主任,也是专门从事可持续发展研究的跨学科研究中心的负责人。J.-L.施莱格尔是一位社会学家。

② 法语翻译为"Commission d'enquête intergouvernementale sur le changement climatique";同时,也可将专门委员会翻译为"comité"。

③ 我们将在下面看到全球生态惯性已到了如此地步,以致于这里所涉及的预测仍然有效,甚至温室气体排放方面的正确决定也在这个领域被采纳和运用(这还没有被排上议事日程)。

④ D.布尔格,J.-L.施莱格尔:《避免明日危机——预防原则》(*Parer aux resques de demain, le principe de précaution*)。

况下，我们可以想象一下这些现象会带来怎样的影响。

在这些假说范围内，剧烈天气事件（洪水、干旱、酷热）的频率和强度也很可能增加。一些不确定因素仍然存在，这涉及到我们纬度下的霜冻问题——它属于很可能随之而来的农业问题之列，尽管这些农业发展问题一开始占有优势，但也体现了大气中二氧化碳浓度的增加（生长加快、扩大栽培植物的规模）。“温盐”[①]洋流的扰动将引起含有矿物盐海水的上升现象，而这些矿物盐将令表层的海水变得十分肥沃，这些都是可预见的。这种扰动会对植物性浮游生物的数量产生深刻的影响，因此，从长远看，对渔业也会产生影响，但这会是受到过度开发所产生的严重影响[②]。在地中海西部所发生的事件可以向我们提供一个此类现象的实例。流过直布罗陀海峡的水较接近表面，并且每千克中含有 36 克盐。在夏季，许多的这类水会蒸发，所以，它的盐浓度而不是密度也会增加，因为它的温度在上升。正因为此，冬天的时候通过冷却，这些水的密度会提高，然后下降到深处。这些机制运行之后会使初级植物（浮游植物）繁殖所需的营养成分上升到表面；而且，由于这种更新在冬季更为强烈，冬季也就成了繁殖最为旺盛的季节。

与此相反，认为气候变暖导致沙漠地带扩张的观点是错误的。在许多情况下，甚至应该是相反的。气候变暖会加剧海水

---

① “温盐”（thermohalin），来自希腊语 thermos，意为热的；以及希腊语 hals，halos，意为大海。海水密度的变化与温度和盐浓度有关，它是引起海水垂直方向流动的原因。

② 长久以来，备受不良经济状况影响、遭遇实际困难的专业渔民们一直在这个问题上提醒公众和政府部门（参见：阿克特（Acot）：《生态学历史》（*Histoire de l'écologie*），1988 年）。对这些渔民来说，专家们高呼资源的消失是因为他们根本没有发现这些资源。这既是错误、蛊惑人心的，也是不负责任的。事实正恰恰相反：科学家们配有更好的装备，更了解科学，也更富有经验。即使不是在大多数情况下，与专业渔民相比，他们也能够以同样快的速度发现浅滩沙洲。

的蒸发，从而会出现各种不同状况的季风。所以，当地球的温度变得越来越高，撒哈拉沙漠的面积应是远远小于如今：因而，众多的河流与湖泊的数量也就形成了这一地区的风景。而对于与主要洋流有关的事物而言，重大的扰动可能会引起灾难性的后果：因此，若墨西哥湾暖流逐渐减弱或改变总体流向，甚至消失，欧洲西部就会经历与魁北克相似的气候。在这种情况下，全球气候变暖将第一次在欧洲产生冷却效应！

在重大气候变暖初次发生的时候，我们可以从玉米的种植一直想到丹麦这个国家。然而，长久以来却没有人能隐约预见实现这种可能性的进步。这甚至是完全相反的：法国西南部一些有关玉米灌溉的荒谬要求以及这个地区种植多样性的丢失都令人们担心会出现最糟的情况。更为普遍的是，正如我们所预料的那样，气候突变可能会造成生物多样性的明显枯竭。事实上，缓慢的变化可以让植物通过生态学上所说的植被演替方式进行迁移。但是，一棵树的生长并达到成熟是需要时间的。所以在有气候应力的情况下，这会变得愈加困难："……在一个世纪内，生态系统经历了由南向北最大为 200 公里的上升；树木迁移的速度已达到了最高每世纪几十公里。[①]"不过，预计气候变暖的速度和强度将会达到向北上升 300 公里，甚至每世纪 500 公里。许多的生态系统和动植物种类无法承受这一变化。

最后，是要预测大量的间接后果。这些后果与下列因素有关：降雨量状况的变化、地理区域的延伸和媒介昆虫繁殖期的延长所导致的虫害的大爆发或传播寄生虫病（疟疾、登革热、黄热病）的媒介昆虫、病原微生物可能的发展、饮食制度的重大变

① D. 布尔格，J.-L. 施莱格尔，参见前文所引著作。

化、为躲避海平面上升而出现的大量移民(尤其是在孟加拉国[①]和印度洋上的岛屿)、由于冰川倒退所引起的南美洲饮用水短缺,以及厄尔尼诺现象的发展等。应根据生物地理区域和人类社会发展的程度(最不发达国家必然比其他国家更脆弱)予以仔细的考虑。更为普遍的是,生物多样性的减少,以及在一些只涉及少部分人的地方所存在的所谓"食品安全"的严重恶化,这些都令人担忧。

在采取并实施正确决定的情况下(这种情况远未达到),形势会比全球范围巨大生态惯性阻碍很久以前最初结果的发生更加严峻[②]。我们正站在一个重型卡车的驾驶者的位置,他在辨别前方的一个潜在事故,并且想使这辆车停下:他踩了刹车踏板,但卡车的惯性太大,得花五十年、甚至可能上百年的时间才能停下来。事实上,我们现在还未开始踩下刹车,反而还在继续加速……

今天的生物圈中储存有 2 万亿吨碳,其主要通过光合作用产生。珊瑚生态系统中也同样含有碳:数量相当于全球 2%的碳井含量。所有这些都促进了当前的气候变暖,因为非二氧化碳可以通过温室效应得到加强。因此,亚马孙森林绝不是"地球之肺"。在保持二氧化碳和氧气排放量的平衡方面,处于平衡状态的森林或者"至高的"平衡,应是达到中性。白天,森林在光合作用的过程中释放氧气;夜晚,森林放出二氧化碳(植物的呼吸释放水和二氧化碳)。与此相反,一切生长的事物(森林、草原、牧场、草坪)都会储存碳。所以,我们不再为那些塞满我们信箱

① 到 21 世纪末,孟加拉国 30%的土地将可能被水所覆盖。

② 因此,对流层中氟利昂的存留时间为 50 至 100 年;而对于旨在保护臭氧层的《蒙特利尔议定书》(accords de Montréal),我们应适度对待与它的直接影响相关的事物。

的、以破坏森林为基础的传单感到惋惜……只要那些被砍下用于制作纸浆的树木或者灌木的确是可以被替代的，尤其是这些传单在使用后不会被焚烧，因为它们所含的碳将会再次在大气中缩减储量！事实上，如果有一半被排放出的碳在大气中积聚，那么留下来的大部分会被海洋所吸收，而海洋才称得上“地球之肺”：藻类通过光合作用储存碳（最常见的形式是碳酸钙），并为鱼类和食草鲸类提供养料。

科学家们认为，如在人类活动不存在的情况下，以目前的情况而言，储存和缩减储量之间脆弱的平衡是需要维护的，而有益的温室效应几乎是稳定的。需要注意的是，他们有时会使用较为形象的语言：储存碳的场所就被定义为碳“井”，而储量缩减的场所则被称为“源头”。

确实，如今，人类活动是这惊人的储量缩减的原因。因为所有燃烧的化石燃料在进一步增加大气中的碳含量。如今大气中每年有超过 63 亿吨的碳被清空，这都归因于人类的活动，也就是说，是能量生产过程和有关化石或植物（森林正以每年 1 400 万公顷的速度消失，相当于尼泊尔的面积大小）燃料排放的总和。然而人们观察到这类排放的增长十分迅猛：1950 年的排放量还没超过 20 亿吨，但是这个数字在 50 年内增长了 2 倍多。自 1992 年在联合国组织下召开有关地球生态的里约热内卢会议以来，在美国，二氧化碳排放的增加量已超过了 8%。当然，与每年 1 000 亿吨自然储量的减少相比，人为的排放量似乎并不是很高：火山，森林大火，特别是生物的新陈代谢（我们已知与光合作用相对立的过程）是人类活动产生碳含量的十六倍多。但是，这些人为的排放量足以启动一个令人不安的不平衡。

一些温室气体的源头不但出人意料，而且同样不可能消除：甲烷（CH_4）是由厌氧菌产生而成，因此常出现在水淹的森林和

稻田里。非洲反刍动物的胀气和嗳气占全球排放量的2%，这能当作水淹森林产生的吗？瑞典甚至考虑向养牛的农民征税以减少排放量①。

最后还存在着一些时常出现在生态中的有冲突的情况。在北半球中纬度地区，自1900年以来对流层（1 000至10 000米之间）的臭氧量已翻了4倍（在南半球翻了2倍）。科学家们认为，这个趋势将会持续。这涉及挥发性有机化合物上的阳光所产生的二次污染物。因此，夏季臭氧的形成比冬季更强烈，而且，多发生在农村而非城市，因为废气中的一氧化氮会中和臭氧。

不过，这是一种危险的气体：它对眼睛、鼻子和支气管造成刺激，会导致头痛，甚至引起过敏，还可能致癌。除此以外，它还会毒害植物：通过减少光合作用并增加植物的呼吸，使得这些植物在干旱时期变得脆弱。还会引起过早衰老，并导致粮食产量大幅下降，尤其是春小麦。最后，它所产生的温室效果是二氧化碳的1 200倍。与此相反，大气中臭氧的量非常小（1 000万空气分子中占3个分子），这些量对于保护生物是极其重要的，因为它能阻挡具有危害性的紫外线（UV－B）的照射。因此，臭氧在高海拔地区十分有益，但在地面是危险的污染物。哎！相反，人类活动促使高纬度臭氧减少，而提高了地面的臭氧量。由于行星惯性，最乐观者认为，南极臭氧层的缺损到2050年会停止——前提是大家都遵守那些国际议定书……

为了应对温室效应的加剧，科学家们已想出两条相辅相成的策略：提高它的量并使之成为"井"，同时减少流出量。对于

① 由索非·拉莫斯（Sophie Ramos）谨慎引用于：《全球变暖——从京都到海牙》（Le réchauffement planétaire: de Kyoto à La Haye），《国家农业研究所邮报》（*Le Courrier de l'environnement de l'INRA*），第39期，2000年。

与“井”有关的事物，在这些“井”内，大气中的碳可以永久地固存下来，而陆地植物和浮游生物起着主导作用。困难在于无法在转变和使用后缩减植物性碳的量。除了促进植物生长和注意所包含的碳不被释放到大气中去的经典解决方法以外，还有一个可能的方法就是木构建筑的发展（尽管单单依赖这个方法并不足以解决问题，但是这个方法是十分有希望的）；从这个角度来看，“薪炭木”[①]显示出了一些有趣的特点。它是关于自然木材（树脂的或阔叶的）在高温（180℃至230℃）和惯性环境中历时7个小时，并且不添加任何化学品的加热。这是一项古老的工艺，因为人们在史前就曾将箭头放在火上烤使之更加坚硬，但这个方法的工业应用是最新的。它体现了在加热过程中不产生有毒物质的巨大优势[②]。

这种加工木材有着卓越的机械和化学特性：它的防腐性可与柚木相媲美；它的硬度、耐压性、尺寸稳定性和耐火性也都有所提高。它较不容易受到食草类昆虫的影响（但尚不确定白蚁是否在此类之中）。这项工艺唯一一个较大的不足是无论在静态还是动态情况下，抗弯强度都会减弱，这也就限制了将其用于构架工程的可能性。相反的，加热后的木材可以被用在许多方面：木屋、工业及农业小屋的建造；木质隔板、城市室内家具和花园设施；地板，人行道、格栅、栅栏、木质铺面、桑拿、高速公路隔音墙及轮船甲板，等等。

因而，我们有理由相信，在将来，人类社会将会阻止全球变

---

① 在法国以“交联烤木”或“沼泽木”的名称投放市场（采用法国阿莱斯矿业学校的工艺）。加拿大人已收购了法国的“持久”工艺。

② 这并非是被称为“CCA”的工艺，在CCA过程中，人们向处于巨大高压之下的木材注人铜（cuivre）、铬（chrome）和砷（arsenic）（这是工艺名称的出处）。这类加工木材仍然被用于某些电线杆和儿童游乐场家具的制造。

暖的进一步恶化——如果没有得到阻止，那应是因为引起全球变暖的原因大多与天文有关。以目前的科技水平，如果人们忽略了社会政治的障碍，那么这将是可能的。但在气候方面，巨大的科学不确定性仍然存在。

小蝴蝶有大效应？

20 年前，关于全球核战争的潜在影响有两个相反的理论：一方理论根据遍布全世界的永久性云团对灾难性的冷却（核冬天）作出断定；另一方则根据相同的云团预测到了由温室效应引起的变暖！庆幸的是，我们还未掌握足够的数据（例如烟尘性质和烟雾质量）。这些目标的性质，就像高空爆炸一样，只能被想象；但这些因素对于建立一些可靠的模型十分重要。除此以外更普遍的是，这些全球模型将大气分割成一些连气象学家们自己都认为过于粗糙的单元。建设中的计算机软件也同样被认为是亟待改进的。尽管与 20 世纪 40 年代末的计算机相比，目前的超级计算机非常强大，但这些超级计算机对于制造出令人满意的模型而言仍有不足之处。

不过，对于想象中的未来前景，大家的观点基本一致：我们正向着气候变暖行进，而在变暖之后紧随而来的是一个冰期。在气候变暖的高峰时期，一块高度达 900 米的冰将可能在格陵兰中部屹立着！但这些模型在关乎减缓或加速的可能因素的重要性上存在着分歧。此外，怎样以其他方式降低研究人员关于不同国家未来环保政策的推测上的风险呢？

最后还有一个甚至植根于世界本质之中的局限性，它在我们可预测的范围内。以我们现有的知识，这个连接现实无限复杂性的局限性似乎是决定性的。

“可预言性：一只蝴蝶在巴西轻拍翅膀会导致在美国得克

萨斯州的一场龙卷风吗?①"：这个挑衅的问题是气象学家爱德华·诺顿·洛伦茨(Edward. N. Lorenz)于1979年12月29日在华盛顿的美国科学促进协会上所发表的演讲题目。全世界的新闻迅速采用了这个标题,而与气候有关的出版物是少数没有对这个问题回答"是"的刊物。这当然是相互矛盾的。但阅读洛伦茨的这篇文章足以令他避免遭到嘲笑。在第四行,作者实际上明确了如果在巴西的蝴蝶轻拍翅膀会导致得克萨斯州的一场龙卷风的话,那么这双翅膀在此前及此后的扇动也会产生同样效果,那么世界上所有蝴蝶拍动所有翅膀也同样如此,更不用说其他生物的活动了,其中包括人类。此外,他还写道如果一只蝴蝶的翅膀能够引发一场龙卷风,那么同样也能够阻止一场龙卷风……

从那时起,洛伦茨想表达的真实含义是什么?在科幻文学中,架空历史或平行宇宙的主题屡次被讨论。在一本出版于1968年名为《孔雀舞》(*Pavane*)的此类题材优秀小说中,基斯·罗伯茨(Keith Roberts, 1935—2000)想象了1588年8月8日在格南费里尼斯港前西班牙菲利普二世的无敌舰队胜利后的历史结局：最具蒙昧主义色彩的天主教将独自主宰这个世界,伊丽莎白一世女王将遭到暗杀,科学将受到镇压等。洛伦茨暗示了同样的事情：想象一下两个完全相同的地球。唯一的一个细节打破了这份和谐：在两个世界中的一个,巴西的一只蝴蝶拍动了翅膀。因果链接在这些条件下无尽地播放着,几个月后,一场龙卷风可能突然出现在这个世界的得克萨斯州,而不是其他什么地方。

因此,洛伦茨的想法是,人们会习惯性地降低远远超过"小

① "Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil set off a Tornado in Texas?",爱德华·诺顿·洛伦茨(E. N. Lorenz):《混沌的本质》(*The Essence of Chaos*),1993年。

原因，大效应”的后果。是洛伦茨发现了如今被人们称之为“确定性混沌”(chaos déterministe)的概念。在这里，简要地介绍一下这个概念的含义：根据确切的规律，目前这个叫作“确定性”的系统是由以前的状态演化而来；例如：太阳系中各个行星的位置。一个“动态系统”会随着时间发生确定性的变化；例如：1月份北大西洋上大气的变化活动。人们把“确定性混沌”叫作世界的属性，在这个属性中，动态系统的状态是确定的，但似乎并非如此；例如：一颗台球在台球桌的橡皮边上弹起并进入表面的波纹轨迹后，要预测它的固定点，即使遵循原则，在现实中也是绝对不可能的。

产生这一奇特性的原因在于混沌学专家们所称的“对初始条件的敏感性”：因此，在一个动态系统的初始条件下，随着时间的推移，无穷无尽的变化使得对这个系统状态的预测成为不可能。这个在具有无穷复杂性的动态系统中所发生的状况正是地球的气候和生态系统。如今科学界已承认，这个限制性本身应促使我们对于生物的惯性采取更冷静和更谨慎的态度。但我们真的有能力满足拯救自己的最低条件吗？

2003：致命的夏日

“酷热”(canicule)一词来自拉丁语 canicula，意思是“母狗”。另外，这个词也是天空中最亮的名为天狼星(Sirius)星宿的名字，人们能够在大犬星座观察到它的存在。天狼星在每年的7月22日至8月23日间与太阳同升同落，这段时间恰好是夏季最为炎热的时期[①]。

---

① 与人们常常读到的相反，天狼星的“偕日升”(lever héliaque)与夏至并无关系(6月21日)。

在8月的头15天左右里，8月的天气状况与往年相比并未出现不同，由于亚速尔群岛反气旋的延长，这个时期西欧通常会出现高压状况：这种情况带来了干燥的天气。而反常之处在于反气旋的延长以及来自地中海南部到达法国的炎热而又干燥的空气。此外，反气旋还在暴风雨行进的途中设置了阻碍。气象学家们把这种出现反常的持续时间和强度的情况称为“阻断”。在2003年8月的前12天里，180个气象站中的70个出现了绝对最高气温纪录被打破的情况。这些气象站中的15%都观测到了高于40℃的气温，其中包括比利时。在那里，自从有温度测量以来就从未达到过这个温度[1]。

2003年8月1日到20日间，自一场席卷法国的热浪以来共有14 802人死亡。死亡率较前几年的平均死亡率高出60%。受到影响最大的是老人：据了解，55至74岁的老人的超出死亡率为40%，75至94岁为70%，94岁以上老人则为120%。巴黎省（+130%）和中心区（+100%）尤其受到影响。在巴黎省，损失最为严重的是郊区：瓦尔德马恩省增长了171%，而巴黎市内的增长则为127%。

在所有与2003年观察到的超出死亡率相关的原因中，酷热作为直接原因的（脱水，中暑，体温过高）占28.9%；在其他疾病，如：心血管疾病和呼吸道疾病引起的致命结果中，酷热虽然是间接因素，但也产生了决定性的影响。

酷热天气还袭击了欧洲的其他地方。超过35 000的死亡人数如今似乎已为专家们所接受。显然，我们不难想象位于欧洲南部的国家（希腊、意大利、西班牙）遭受了最为严重的打击。

---

① 参见：www.meteo.fr/meteonet/actu/archives/dossiers/canicule/canicule2003.htm.

但因为这些国家本身具有酷夏文化，同时它们的家庭分布较为集中，因此他们也就更容易紧密地团结在一起。正因为如此，这些国家的情况并没有法国那么糟糕。

很快，政治上的考虑掩盖了争论，人们并没有停留在这个问题上。尽管如此，两个根本问题仍然存在：人们能够遇见灾难吗？如果答案是“是”，那么人们能够阻止灾难的发生吗？

有关部门已经宣布了这是一场无法预测的自然灾害，就像地震一样。如果没有大量前车之鉴的话，这个观点或许就是合理的。在 1979 至 1997 年间，美国有 7 000 人死于“中暑”；请注意这只是众多由酷热所引起死亡的原因之一。根据美国卫生部 1995 年公布的一份报告显示，在 1979 至 1992 年间，炎热的夏天已经造成了 5 379 人死亡。同年，一场史无前例的热浪席卷了芝加哥：估计造成了 500 至 700 人的丧生。1987 年，雅典有超过 2 000 人在 1987 年 7 月末的调查中确认死亡。而在法国，与其他年份相比，1967 年和 1983 年的热浪分别造成了 3 000[①] 人和 4 700 人非正常死亡。因此，人们预计到 2003 年 7 月末会出现大量的死亡人数，然而，当时强劲的热浪已经席卷了法国，法国气象局宣布，自 8 月 1 日起，一场反常的热浪将会出现在这个月的第一周。

既然知道了灾难是能够被预见的，那么人类是否有可能阻止它的发生？没有一位严谨的专家会作出肯定的回答。要将老年学教授让-路易·圣马可(Jean-Louis Sanmacro)于 1983 年热浪以来在马赛建立的耐心热浪文化推广到整个法国卫生系统，那是不可能的。这很遗憾也是悲剧性的，因为一些简单的行为

① 6 000 是根据布鲁克教授(Pr Brücker，国立卫生监督所主任)在热浪后果议会调查委员会所提供的数据(法新社，2009 年 11 月 19 日)。

已在这座城市大大限制了热浪带来的致命影响：发给老年人的凝胶饮料，为处于危险中的人们定期湿润皮肤，以及在配有空调的空间内轮换。人们敢说，马赛的超出死亡率“仅”为 17.5%，而不是全国平均值的 60%。在 8 月初，由于卫生部门的破败，不仅工作人员严重短缺，配有空调设备的空间也严重不足，因此要大力控制致命的结果为时已晚。如果要找出该为此负责的人，那无疑是卫生部长们，自 1976 年的热浪以来，他们一任接着一任并没有完成（或是没有能完成）必须做的事。

警报系统的“结构性危机”问题，它不涉及真实问题的方面，因为我们刚看到悲剧是可以预见的。以同样的方式，指责法国人的自私自利和不团结并不属实：在机构中热浪尤为致命：根据国立卫生监督所的数据，只有 16%的死者曾是独居的。

同样在 2003 年的夏天，使法国南部瓦尔省遭到破坏的森林大火问题展现出完全同样的问题。火势蔓延了 63 000 公顷，导致 4 名消防队员和 6 名平民丧生。通常情况下，法国每年平均已被或正被摧毁的土地面积为 45 000 公顷。蓄意纵火占火灾起因的 11%，过失行为占 42%，其余则为诸如雷电①类的自然原因。但人们认为蓄意纵火是导致起火点在 2003 年夏天比平时更多的原因。

我们能够预见这些火灾吗？当然可以。在这个树木繁密的国家，火灾的记录可以被追溯到很久以前。最早记载的灾难性火灾是 1947 年发生在朗德的并蔓延了 390 000 公顷森林大火，这场

---

① 与普遍的观点相反，法国国家农业研究院（INRA）劳伦斯·德·波内瓦（Laurence de Bonneval）一项题为“从矮林到其他树林——公共森林财产无人继承（加尔省，瓦利吉耶尔）1820—1990”[*D'un taillis à l'autre, la déshérence d'un patrimoine forestier communal* (*Valliguières, Gard, 1820—1990*)，法国国家农业研究院，1990]的研究并非概括性地提出了从前的起火点并没有比今天少，但“所有使用森林人口的存在能够保证起火点的快速扑灭……”（第 99 页）。

大火造成了一百多人死亡，其中有许多是森林消防员。离我们更近的一场火灾发生在距今1年不到的6月至9月间，法国地中海地区，尤其是在鄂斯特雷高地和莫赫高地。在几个月的干旱和法国气象局发布将有强干风之后，非常大的火灾就被预测到了。

我们能够避免灾难的发生吗？我们或许应该更早地阻止敏锐的森林守护员的靠近和加快预防军队的调动。然而，我们并不缺少信息：法国气象局有一个站点位于消防参谋区内，这个站点为法国东南部的十三个省提供服务。它每天两次发布关于起火点潜在性和它们蔓延速度的信息，而这些信息与蒸发情况、干燥状况、地表浅层和深层的水含量、风力和风向、空气的温度和湿度都有关系。在知道气候状况的恶化是无法避免的情况下，通过干预最初的重大火情，凭着预警机制，军队或许能够拯救人的生命，但却不一定能阻止生态灾难。许多消防员凭经验断定，在持续干燥的风中，超过500公顷的大火只可能在海边停下脚步……

根据这些见解所采取的措施有可能避免灾难的发生吗？很可能不行，为了不继续说得更糟，减轻论在瓦尔省的土地使用政策方面已经为森林某些部分的"蔓延"作出了贡献，这些森林在分散的居民区内，而在这些居民区内一旦有紧急情况发生，消防员们很难进入（例如，应该让汽车能够很容易地掉头）。在居民区周围的一条50至100米的长条地带上，通过机械或喷洒杀植物剂的方式做到的清除灌木还没有真正实行，而按种类植树造林所减少的风险也还远未达到系统化。8月中下旬，好几位消防员与大火对抗的勇气都令他们献出了生命，这也意味着空军的援助也应尽快达到现代化。

此外，这五十多年来所规定的措施都未实施。因此，人们预计干燥的风和类似现在的灾害在未来的炎夏仍会到来。而国家

和地区的领导人将再次谈起“灾难”和“反常的状况”……

气候灾害还是社会灾害?

2004年5月4日,经济合作与发展组织(OCDE,简称“经合组织”)环保主任洛伦兹·洛伦森(Lorents G. Lorentsen)发表了一篇报告,它的影响极其可观,但在过去却完全被媒体所忽略。尽管它的内容不符合时代的基调也确是事实。这篇报告的作者于2003年加入经合组织,之前曾行使过挪威财政部秘书长的一些职能。在大学里,他曾专门研究统计学,同时,还负责有关自然资源经济以及有关他本国经济预测方面的能源消耗和污染工作。他的官方传记[①]显示他“……兼具研究环境经济学、建立计量经济学模型和宏观经济学能力,并拥有丰富的管理职能与经济政策顾问的经验。”因此,当他宣布“……应对由人类活动所引起的一些气候变化已经为时已晚”时,换言之,就是“……为减少温室气体排放的政策或许会伴随着一些能帮助我们适应气候变化效应的措施的产生,就像极端天气情况发生频率的增加和海平面的上升[②]”时,我们有理由认真对待。

这里有一个矛盾。与大部分有关的国际机构一样,其中包括联合国,经合组织鼓励建立节能、来源多样化和减少温室气体排放的措施。同时,这些机构还要使公众的不安继续下去:在一些最发达国家,有关气候变化的问题到处为人们所提及,而往往又是一些灾难性的用词“如果我们不行动起来”或如果“公众没有意识到问题的严重性”。最小的村庄——深层法国开展了

---

① http://www.oecd.org/document/38/0.2340.fr.

② http://www.oecd.org/home/.经济合作与发展组织:《经济合作与发展组织的环境战略:未来之路》(Strategies de l'environnement de l'OCDE: la voie a suivre),《观察家报》(*Observateur*)。

"可持续发展"的计划，并且，为了遏制人为因素对气候变暖所造成的影响，居民们被要求改变他们的个人行为。有时，这也会产生可笑的一面。我在2006年受到几位瓦尔德瓦恩省教师的鼓动：我应该对一些学生的公民行为发出警告，为了避免他们的父母开车陪伴他们，这些学生或许应该滑旱冰上学。想象一下，在一个冬日早晨，天未亮，还下着雨，800名青少年滑着旱冰在马路上而不是专用道上前行……

不过，洛伦兹·洛伦森的声明仍有待商榷。首先，注意到根据经合组织的说法——"已经为时已晚"：这似乎在说要清除从1750年以来工业国家所排放出的温室气体是不可能的了，并且由于生态的惯性，这些气体还将在未来的几千年中导致气候变暖。尽管如此，要控制损害，至少在原则上，仍然是可能的。或许从现在开始在全世界范围内采取并运用明智的决定就行了，但目前还远未达到这种情况。事实上，自第一次海湾战争以来，世界上最强大的国家就十分关心地缘政治的发展，其目的在于掌握中东的石油，然而这个问题的关键在于找到可靠的替代能源。举例来说，那些投入到太阳能上微不足道的信任就是有力的证明。但这种状况会发生改变，因为所有的措施都在正确的轨道上——尤其是节能、可替代能源的开发、高质量环境(HQE)建筑标准的推广——都受到人们的支持。

然而，这并不是洛伦兹·洛伦森声明中最主要的部分。这份声明实际上带有深层的观点，根据这份声明，气候灾害(更普遍的说是自然灾害)在富裕国家和贫穷国家，以及对在所有情况下最贫穷或者最弱势[1]的人而言，所产生的结果是不尽相同的。

[1] 参见巴斯卡尔·阿克特(Pascal Acot)：《气候灾难，社会灾害》(*Catastrophes climatiques, desastres sociaux*)，巴黎，法国大学出版社，2006年。

我们都知道2005年8月29日席卷路易斯安那州的卡特里娜飓风所造成的影响，这场飓风对当地贫穷的人们，其中大多数是黑人，带来的损失远比那些幸运者要严重得多。我们也知道法国热浪所带来的后果使贫穷的巴黎郊区（瓦尔德马恩省超出死亡率为171%）比巴黎市区（+127%）更加悲惨。对于社会上的弱势群体而言，比如，患有精神障碍的人们，他们经历的结果也是一样的。巴黎第19区的绿党（Vert）当选委员伯纳德·杰米尔（Bernard Jómier）曾表示，在这个区60岁以下由于受到法国热浪而不幸遇难的人员当中，有41%的人患有精神障碍①。

我们能从这些事实中立即得出怎样的结论呢？首先，"气候灾难"这个概念，如果不将它与它对特定人类社会所带来的影响相联系，那么它本身是没有任何意义的。前寒武纪时期巨大的动荡被认为是一场大灾难，这是因为我们重视生命，也或许因为我们会想象，在这些动荡发生的几千年以来，还会发生些什么。在这种情况下，当人类持续遭受气候变化或者这个变化威胁到了人类所生活的社会的存在，这个时候气候灾难的想法就有了意义。其次，源于之前所提到的，洛伦兹·洛伦森促使我们思考气候变暖的问题不能仅仅被简化为一种严格的气候研究。今天的人类社会和气候环境的关系比以往任何时候都要紧密。人类通过农业活动和工业活动改变着气候环境，而这些变化却反过来威胁到了人类。几十年来，气候问题已逐渐演变成了一个社会问题。

① 2003年9月15日区议会。

第十三节　科学和政治间的气候变化

自从 2003 年欧洲的酷热天气以及法国当局[①]处理此事的态度，公众感到了气候变化带来的威胁。卡特里娜(Katrina)飓风在 2005 年 8 月席卷了路易斯安那州(Louisiane)，在气候变化引起的忧虑中发挥了重要的作用，因为它与墨西哥湾(Golfe du Mexique)水域水温的普遍上升有关[②]。最近，在 1 月 24 日席卷法国南部的一场大风暴引起了强烈的反响。每一次，当问及气象灾害是否应该与全球变暖相关时，答案变得越来越肯定了。因而人们的期望很高，而个体的善意也不缺乏。然而，虽然全球会议一再召开，虽然为了持续发展和控制碳排放量[③]而更换执政党，虽然人们不停地与压力斗争，青年们从小学一直到学业结束变得越来越敏感，虽然风力发电厂不断增加，给生态加热器贴上了“绿色火焰”的标签，虽然家庭安装了成千上万块太阳能光电板和热泵，虽然低二氧化碳排放量汽车和价值仅[④] 3 万欧元的混合动力汽车被铺天盖地地宣传，人们考虑的问题并非在此，人们能说的也仅此而已[⑤]。实际上，正如你们所见，除了产生极少数去工业化的特例外，减少温室气体排放这一目标将无法实

---

① 参见本书中的第 254—259 页；巴斯卡尔·阿克特(P. Acot)：《气象灾难和社会灾害》(法国巴黎大学出版社，2006 年)(Presses Universitaires de France)，用来每天分析这次灾害以及现任政府官员的疏忽。

② 气旋的形成需要至少十米深的地方，水温达到摄氏 27 度。然后云层形成，呈冠状围绕在低气压区域周围。科里奥利力(Coriolis)造成了云层的整体旋转运动，冠状外围风速每小时可高达 300 千米。

③ 碳排放表再现了参与等量碳或者二氧化碳排放活动的物理全过程。参见下文。

④ 2009 年 1 月。

⑤ 根据在欧洲所做的对比调查，气候问题已成为继购买力、就业、退休和安全等问题后又一经常出现的问题。

现。这一章节的目的在于盘点下我们在掌控气候命运中所遇到的阻碍——我们能看到相当多的此类障碍，以及提出一些可行的措施。

在19世纪，科学家们担心的是全球变冷。他们认为，在宇宙中，星球以极低的温度旋转，而且在宇宙中长期保持均衡低温。这让所有的生物都无法生存。我们看到在本世纪末，瑞典化学家斯万特·奥古斯特·阿累尼乌斯(Svante August Arrhenius)对温室效应很感兴趣，他计算出截至1896年如果大气中的二氧化碳气体全部消失的话，平均地球温度将降低21摄氏度。[①]

他还评估了人类活动特别是煤炭的燃烧所排放的二氧化碳的重要性，而且他认为这些活动是有益的，因为他们通过加强温室效应延迟了冰期的来临！这种观点并非道听途说。实际上，他提出了在为世界气候前景和短期世界命运做决定时所面临的重大问题，因为和现在的科学家一样，19世纪的科学家是高度一致的，而且他们的官方地位和当代科学家是一样的(阿累尼乌斯于1903年获得诺贝尔奖)。虽然这些科学家和如今同样的高度一致并享有同等的科学权威，但他们预测的结果恰恰相反！

然而，借用欧内斯特·雷南(Ernest Renan)的话，“能不能组织气候方面的人文科学呢?”也就是说，气象科学现有的成果能制定出对抗气候变化的政策吗？大众肯定会毫无保留地说可以。不过我们将看到，事情没那么简单。

唯科学主义和气候问题

我们始终认为脱离了唯科学主义，也就是说，根据这一想法

---

① 参见本书中的218—219页。

而制定出的政策则是科学成果的推测。例如，我们认为刚才提到的19世纪的地球变冷这一重大的科学错误，也是不可避免的，因为当时的气候学仅仅处于起步阶段。但是我们会不由自主地想人类自那以后已有所进步而且考虑用科学的实证去验证政策是可行的。但是这是一种很危险的想法。我只举两个例子。公众知道直到2000年法国记录的整个20世纪年均日最高温度总体下降了1.2摄氏度吗？而这又是一个集体校对的结果，即数据显示此后会有普遍的升温？这不是一个秘密：数据处理（气象学家还运用了另外一种表述——同质化）于白天在数据基地完成。2000年的气候学仍然是世界顶尖的，这里表现为工程师和法国气象局（Meteo-France）的研究人员通过发现气候变冷指出法国气候将要产生变化。这仅仅是几年前的事情。当然，大气低层与此有关，但其并非一定会引起全球变暖，但对公众的影响很糟糕。试想下如果我们在气候变冷的基础上提出科学的策略，那将会怎样！有些人可能会认为这只是一个特例。情况并非如此。1975年4月美国气候最高权威机构，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）的专家们被《新闻周刊》（*Newsweek*）描述为对全球变冷尤为关注。虽然对即将到来的变冷在成因和程度方面有所分歧，但科学家们的观点几乎是完全一致的，就像现在的一样。有些人甚至主张通过喷撒煤烟来改变反照率①从而融化北极的冰盖。最后，很显然，科学家们将美国本月造成300人死亡的148次龙卷风归咎于全球变冷。应该说，新闻周刊在和今天相同的条件下，提出了不可避免会存在的粮食问题和政治领导人未能根据需要而作出紧急决策。同

① 地球及其大气的反射率是指反射回太空的那部分太阳能。地面的反射率越高，它吸收的热辐射就越少。雪的表面就是这样的例子。

样，想象下如果我们通过喷撒大量的油烟加速格林兰冰盖的融化，那将会怎样！

我在此重申一下我不是气候怀疑论者。我不怀疑自小冰河时代末期至今全球平均温度有所上升这一事实。相反，我不知道的是人类活动在全球变暖中所占的比例，人们也不知道我何时写的这些。在此，我对于这一想法有所怀疑，即科学可以制定一项合理的政策。相应地，我怀疑这样的一个事实——新闻界、舆论和官员们往往都支持科学家们为了证明某一观点表现出的一致。那么，一致对于科学真理来说从来都不是一个可靠的标准，而且，对于那些真正关心全球变暖的人来说，这种一致是虚幻的。

一致和真理

在全球变暖方面利用一致性作为真理的标准实际上是一种古怪的认识。一致和真理属于不同的词汇领域，它们不会重叠：在我们看来，一致思想从属于科学社会学，真理思想属于科学哲学。在科学领域我们要质疑一致：科学家长期以来一致认为女性不如男性，因为她们的平均大脑体积比男性小。他们与达尔文(Darwin)几乎把黑人排在类人猿和真正的文明人之间这一问题上完全一致。

此外，在气候方面，科学上的一致和事实完全不符。因此，激烈的讨论不仅仅是针对人类活动在全球变暖中的作用，有时还围绕着“人为”变暖的原因。此外，许多气候学家认为主要气候变化的真实和基本原因是与天文学有关的。我们也看到塞尔维亚数学家米兰柯维奇(Milutin Milankovitch)在1911年和1957年[①]之间发展了冰川天文因素的理论。此后，比利时气候

① 参见本书中的第192—195页。

学家安德烈·伯杰(Andre Berger)对此进行了深化,扩展和证明了这一理论。回想一下,这一理论的中心思想是地球的轨道参数周期性受到太阳系中天体的干扰:以月球和木星为主。这些干扰的结果是一个大约每 100 000 年形成的一个冰河时代。我们很清楚地知道,太阳系的构造和它的运转使之不能进入 50 000 年以前的冰河阶段。尤其值得注意的是,因为地球的轨道目前是椭圆形的,两万年之后才会变成圆形,这也是地球变冷的一大阻碍。

出于同样的原因,许多气候学家——通常是地理学家[①]——认为空气中二氧化碳比率的增加与气候变暖之间的相关性研究在如今的主流理论中应该被赋予不同的理解:空气中二氧化碳率的增加不是气候变暖的原因而是结果(主要气候变化的真实原因是天文上的)。实际上,二氧化碳在冷水中比在热水中更容易溶解:如果你加热一瓶香槟,气体会迅速逸出,并伴随着大量的酒。如果这瓶酒很新鲜,那么只有少量的二氧化碳会逸出。这就是为何地理学家——气象学家认为气候变暖会让海洋释放出更多的二氧化碳,就像加热的香槟一样。我们要等到科学家足够明确再做政治决策吗?我不主张这样,因为专家们从来都不明确表态,而且,他们的一致也不是真理的标准。科学言论和政府言论之间的关系经常会过于理想化。更何况我们将会看到,科学的实证性通常具有讽刺意味,有时甚至是错的。

科学近似值与怀疑论

首先,由政府间气候变化专家委员会(GIEC - IPCC)的报

---

① 气象学家大多数是不久之前从地理学中招聘来的,对于他们来说,全球气候并无真正的意义。如今他们更愿意出身于"地球科学"的分支学科,这样他们的研究方向就更"行星化"了。

告引发的思考也遭到媒体的歪曲。你们从政府间气候专家委员会4号文件中学到了什么？是地球的平均温度自1861年“将”上升0.6摄氏度，还有大约0.2摄氏度[1]不是很确定？是20世纪“将会”经历一次千年来最为重要的气候变暖？这是“有可能的”(90%)，但不是“很确定”(99%)，而且温度升高 的“部分”是由于人类活动排放的温室气体。媒体对此的解读变得更好：“科学家已经证实了人类在气候变暖中的责任”，和“确认了我们在温室气体排放中的重要作用”[2]——这纯属捏造：所有这些细微的差别都消失了。法国气象局的网站更是登峰造极：“气候观测和模拟之间的对比可以将过去五十年来地球变暖的主要原因归于人类[3]排放的温室气体。”

然而，在2004年，一位对气候问题很感兴趣的育林者提醒我注意——生态系统的巨大惯性[4]让人们很难找到人为变暖的确凿证据。“在2003年，人们怎么能相信有些人声称的人类活动是气候变化的根源呢？鉴于这种惯性，应该参照100年或者150年前，也就是19世纪中叶或后期，那时候还没有汽车，重工业也不发达，去解释现在发生的一切！”[5]

更糟糕的是：阿尔·戈尔[6](Al Gore)的著名电影《难以忽视的真相》(*Une verite qui derange*)于2006年在圣丹斯电影节(festival de Sundance)上首映，之后受到全世界的好评。这部

① 我们已经看到前文中提到的在这种情况下就意味着33%的不确定！

② 《世界报》(Le Monde)，2007年2月3日。

③ http://climat.meteofrance.com。

④ 按照专家的说法，如果现在能够作出正确的决策，应该要100年到150年才能感受到其带来的好处。

⑤ 阿兰(Alain de Champeaux)：《个体通信》2003年8月1日。

⑥ “Al”是媒体对于“Albert”的昵称。

电影充满了让人怀疑的近似值。我只举几个例子[1]。乞力马扎罗山雪的照片很能说明问题。连续的两张照片：包括有一张"三十年前拍摄的"("1970 年"被添加到照片上)；另外一张"不久前拍摄的，两个月前"(但是在电影中没有提到这点，而在书中则提到是 2000 年)。对于后一张照片来说，山顶上的雪少了很多，这点明确地被引用作为气候变暖的确凿证据。然而人们不知道拍摄的季节(是旱季还是雨季，这点和该海拔的降雪有关)，也不知道参考年份是否要考虑气候的年际变化。相反，如果 2007 年雨季后拍摄同样的乞力马扎罗山，我们就会发现其积雪较 1970 年有明显的增加！最后，影片中未提及引起肯尼亚气候学家注意的一个假想，这个假想认为山坡上的森林破坏会使降雨量减少，也会影响山顶上的降雪。

艾伯特·戈尔相对于许多其他人来说，受到的指责是最少的。罗杰·雷夫尔(Roger Revelle, 1909—1997)，他的教学启发了艾伯特·戈尔，他是第一个测量空气中二氧化碳含量的人。真正的先驱如约翰·廷德尔(John Tyndall, 1820—1893)和斯万特·阿累尼乌斯(Svante Arrhenius, 1859—1927)却被省略了。此外，是哪一项计算可以确定每燃烧 1 公升的汽油会"产生"5 公斤的二氧化碳[2]？最后，为什么要忽略引起每 100 000 年一次的冰期的气候变化天文周期呢？

---

① 我感谢巴黎第一大学(l'universite Paris - I)，地理学教授马丁·塔鲍德女士(Martine Tabeaud)，将我的注意力吸引到这个问题上来。后面的发展也是直接受其著作的启发。参见马丁·塔鲍德和夏威尔·布劳威(Xavier Browaeys)：《用冷去驱散热》(*Montrer le froid pour soufler le chaud*)，《难以忽视的真相》中的风景图片。http：//www.espacestemps.net/document5583.htm。

② 法国名牌汽车有以下特点：三个车门，1.2 升排量，16 个气门，65 马力，(I'ADEME)有法国环境与能源控制署认证的 100 公里燃烧 59 升的无铅汽油，每公里排放二氧化碳 2 349 克二氧化碳。艾伯特·戈尔给出的总数是没有意义的，除非他声称已经对全世界的燃烧汽油的引擎的平均二氧化碳排放量做了精确的测量。

个体行为的重要性

他刚刚提到的几点(科学幻想,所谓事实标准的科学一致性以及媒体的简化说辞),很大程度上阻断了对于气候问题的担忧以及可能的解决办法。我们同样观察到,这三点体现出一个集合体,而这个集合体是和我们总结的论点密切相关的:科学一致性向我们揭示,气候会自我回暖,而人类二氧化碳排放量会加重此现象,由于气候变暖已经在一个世纪前就开始,因此我们应该紧急行动起来。忧心忡忡的民众虽担忧,却毫无反对地接受由媒体传播的简化说辞:"人类"是有罪的,因此我们每个人都是有罪的,我们应该就此改变我们的习惯,而不是等待政府采取措施。

然而我们知道,在西欧国家,每户人家只占全国温室气体排放量的大约 13%,他们的私人轿车排放量占 14%。总共:27%。其余的,也就是说 73%,应列入个体活动,农业以及第三产业!我们徒劳地等待着,媒体能够使个体产生负罪感,从这些数字中吸取教训;同时,在商品的流动性和产品制造方面,为有害生态影响的世界化和本地化腾出空位:比如这些产品的运输在使用和处置化石燃料方面是极其失败的。我们何时能够停止在超市货架上寻找那些在巴芬湾被钓,摩洛哥去皮,丹麦包装,威尼斯公平竞争条件下①以令人质疑的价格批发出去的虾?更需指出的是,这同样符合我们"通过购买印有'WWF②'"字样的塑料袋来"为地球贡献一份力量"。

顶峰也只是通过 WWF③ 才刚好达到。这个北美机构通过

① 可比条件下,我们何时可以选择是提供在前一天冷冻后运输的肯尼亚鲜花还是在我们自己地区种植的花?

② 参照下文。

③ "世界自然基金"的首字母缩写(直到 1986 年),现在简称 WWF。

募集资金来保护野生动物，加强我们每个人脑海中“生态印记”观念的形成。“生态印记是一种人类对于自然实施的压力措施。它是一种评估对人群必须的生产性地位的工具，以回应对于资源的消耗以及废料吸收的需要。”我们可以在这个机构的法文版[①]网页上读到此信息。通常来说，判定为我们需要几个星球才能使我们的生活水平“可持续化”。我们被督促着思考过度消耗。[②]除非“人类”在物质上并不存在：这是个概念，不是具体事实。我们只知道命运和生活方式大不相同的人类是符合“人类”概念的逻辑。因此，很大的区别产生在一个带着两个孩子做兼职的妇女和就职于一个鼓动船只清理船舱的跨国石油公司行政管理部门的某个职员中。然而，WWF 的问卷能够使前者的生态印记超过后者，除非后者在他的吕贝宏山区居所拥有混合动力汽车和太阳能轮胎。

民众一方面担忧具体的行动，另一方面由于被误导，他们很重视个体行为的变化。确实，他们可以在能力范围之外观察到全球变暖问题的解决方法。举个例子，与新兴国家的发展模式相关的气候问题也同样如此。（2007 年，中国启用了 52 个煤炭发电站，平均每周 1 个发电站）。报告的结果同样如此——不管怎么说，直到现在，京都协议书[③]就是个灾难！关于这个问题，在欧洲，三个国家在 2005 年和 2007 年间以其高排放量突出：

---

① http://www.wwf.fr/s_informer/calculer_votre_empreinte_ecologique 在美国，污染最多的公司中最高层的代表就职于最大的环境组织中的行政管理部门，世界自然基金属于此类机构。在 2005 年，WWF 在巴西组织了一场关于转基因产品的国际会议，尤其和孟山都公司合作密切。这次会议于 2005 年 3 月 18 日在巴西伊瓜苏举行。在 WWF 的合作公司中，有孟山都、陶氏化学、雪佛龙、德士古、美孚石油、壳牌国际、惠好、杜克能源。

② 上百万法国人的生活水平处于贫困线之下，两百万的贫困劳动者对此表示高兴。

③ 参照下文。

西班牙——超过 53%；葡萄牙——超过 43%；爱尔兰——超过 26%）。这些骇人的数字来源于欧盟委员会研究中心（2008 年 6 月），为了避免东部古老的国家排放量的猛烈增长。因此，“为了‘拯救星球’的个体行为的改变已经足够”的想法是一种幻觉。如果这场战斗是不可避免的，这远远是不够的。我们自此清楚，在气候方面，最穷的国家，以及发达国家中的社会贫困地区是最容易受到诸如其他自然灾害、地震的重创的。想想 2003 年的酷暑以及墨西哥湾的飓风。

我们似乎被告知，我们在气候历史中提出的问题比不上与气候变暖的斗争，更比不上阻碍其社会影响的斗争，而这种社会影响可能远远危及人类的将来。

这是否说明，气候学对政治家毫无指导意义？显然不是。科学家提出一些现实的问题，这一点是主要的。正是基于此决定政治家可以，或者不可以，成为预防原则的判断，并在他们得出无可辩驳的结论之前行动起来。我试图说明，政治家倾听科学家的意见是必需的，但科学在任何情况下，都不能支配政治决策。基于这个原则，带有保留和细微差异，我们在 2009 年处于哪个阶段？或者说，我们需要害怕什么，我们又能够合理期望什么呢？

京都议定书灾难性小结

我们已经在这本书中读到，有关环境问题的国际会议和气候变化的总结比较不明了①。尤其是 1992 年在里约热内卢会议上提到的气候变化的初步协议，只停留在表明意图方面。然而，这次会议标志着与气候变暖斗争的一个历史性转折点。事

---

① 参照本书中的第 223—227 页。

实上，政府间气候变化专门委员会（缩写为 GIEC－IPCC），1988 年由世界气象学组织（缩写为 OMM）和联合国环境规划署（缩写为 PNUE）创立，是第一次在其中扮演公众的角色。这一点很重要，因为我们知道，政府间气候变化专门委员会一直以来都以其质量和专业严谨性著称。

在里约热内卢会议之后 5 年，也就是 1997 年，在日本的京都举行了一场引发许多讨论的关于气候变化的全球性会议[①]，我们之后会读到。发达国家在 2008 至 2012 年间的目标，应该是相比 1990 年的六种温室气体排放减少 5.2%。但在 2009 年这个目标还没有达成，反而往相反方向发展！诸如中国、印度这样的发展中国家，也没有任何减少的目标。在布什政府领导下的美国，没有签署。加拿大，根据京都协议，本应该相比 1990 年减少 6%的排放量，却反而增长了 25.3%！现在，这个国家必须减少 31%的排放量才能达到其被指定的目标……

需要补充的是，在欧洲，情况也不容乐观：2006 年，西班牙相比 1990 年增加了超过 50%的排放量。那些解释这一结果的理由也相当令人质疑。中国按其居民人数分配二氧化碳的排放，声称他们比其他国家污染要少。美国声称其能源消耗方面的人均技术收益相比产品资源要高得多：90 美元的国内生产总值，一个中国人排放 3.54 吨二氧化碳而一个美国人只排放0.77 吨。俄罗斯，超过西伯利亚这个极妙的碳井。发展中国家要求得到和发达国家一样的发展机会。因此，直接地说，京都议定书没有什么未来，因为它将在 2012 年缔结，而且，从 2007 年以来就没有任何一个专家提出过相反的意见：在世界水平上，今年，

① 参照本书中的第 223—225 页。

温室气体的排放量和 1997 年比较已经增加了 35%[①]。政府间气候变化专门委员会最悲观的预计已经被超出。这是何等悲剧的结果！导致这场灾难引起多大的轰动啊！

国际会议的重复倒退

这就是为什么接下来的国际会议，在京都议定书的问题基础上，都明显地失败了[②]，如果我们更看重他们在排放方面的具体结果的话[③]。2000 年 11 月，180 个参与者出席了在荷兰海牙召开的会议，却因无法就京都议定书的应用达成一致而产生分歧。次年，也就是 2001 年 7 月，在波恩召开了第六届联合国关于气候变化的会议。欧盟作出重要让步，同意考虑"碳井"，并达成一项协议，对此加拿大、俄罗斯、澳大利亚和日本表示非常满意。同时，会议还达成一致，为发展中国家成立一个帮助基金会，每年提供 4.1 亿美元，直到 2005 年。这个数字是必需的！如果说我们愿意考虑国家的切身需求是多么荒谬，记得在 2008 年爆发的经济危机中，几家银行竟收益数千亿美元。参加国际性大会的政治家和专家有时很明智，通常政治家会构思出一种超现实的和解协议：那些在 2012 年无法达到各自目标的国家，从 2013 年起将把目标量提高三分之一，以此赶超他们的落后。他们又怎么敢断定将来自己是没有能力做到，或是有能力做得更多？

2001 年 10 月和 11 月，马拉喀什会议在摩洛哥举行。会议

① 参照：斯特凡·富卡尔（Stéphane Foucart）：《二氧化碳排放量大大超出预计》（Les émissions de CO_2 excèdent largement les prévisions），《世界报》，2008 年 9 月 27 日。

② 参照 P. 阿克特：《气候灾难，社会灾害》。

③ 尽管如此，国际会议是必需也是有用的，因为他们是辩论和会见无法替代的场所。

旨在创立一个法律框架，使国家可以控制京都议定书的应用。对此，不会有任何强制措施。相反，俄罗斯得到欧盟允许，有权额外排放 330 万吨碳，也就是原来该国家被要求目标的两倍，这也是几个月前该国在波恩会议中要求的总数。

2002 年 10 月和 11 月，新德里会议谋求解决由政府间气候变化专门委员会专家提出的关于落后国家的排放问题。这些国家的发展预示着从 2020 年起，他们也可能达到和发达国家一样的排放水平。因此，尽管情况迫切，会议还是作出决定，将关于此主题的讨论推迟到 3 年之后：2005 年！

2004 年是标志这一系列失败的转折点。联合国关于气候变化第十次会议于 12 月在布宜诺斯艾利斯举行。当然，会议如过去的失败一样，完成了任务，但事实却无法被掩盖。与会者支持政府间气候变化专门委员会的结论：世界气候稳定是无法达到的，自此应该对不可避免的气候变化的影响采取适当措施。对这一点，会议并没有作出具体决定，但强调了延长并没开始发挥作用的京都议定书的必要性。如今，欧洲人谈论着 2050 年减少 50％的排放量这一美好前景！确实，将来水会在桥下流动，当今的政治家也会将他们信誓旦旦的保证留给继任者。诸如美国、中国、巴西、印度这样的国家也被要求作出努力。至于新兴国家，他们拒绝只是简单地遵从欧盟提倡的进程：就他们目前的技术水平来看，他们将来的排放量将大大增加。

会议唯一达成的共识是：设立排放权组织机构（2005 年创立了一种拥有使用权的国际证券）。对于这个或那个企业，它在市场上投放排放权，当在这一进程中分配给相关国家的限额超出了。如果企业采取适度排放二氧化碳的生产技术，这些权利可以被授予企业，使企业不超过自己的配额并卖出差额。发达国家的企业可以通过向发展中国家贡献一种先进技术

来取得这些权利，这在投资成本上是相当获益的[①]。在所有情况下，这相当于将权利摧毁和全人类遗产的终结做交易。另一问题，如果我们这样说的话，企业通常享有一定量的排放权，那么未使用权就没有那么吸引人了。2006 年 1 月，一吨二氧化碳的排放量的价值在欧洲市场上达到 22 美元，但 2007 年顶峰只有 90 分币左右！“这样的价格对一个工业家来说，以廉价购买二氧化碳排放权比为改造工厂的大量投资要理性得多。”[②]

我们刚刚估计了那些为决策者提建议的经济学家的无能和不负责任——包括布鲁塞尔委员会的专家政治论者就可预见的经济危机破坏世界经济方面的言论。他们的无能，也表现在运行刚出台的排放权利证券方面，这种排放权利证券，因缺乏受激励的强制措施，而成为与气候变暖的工业抗争的矛头。这问题不大，我们准备在减少排放权的同时提高罚金：不管怎么说，也只是浪费两年的时间……

巴厘岛会议[③]于 2007 年 12 月 3 日至 12 月 5 日在印度尼西亚召开。此次会议聚集了来自 180 个国家的 10 000 位参与者，超过了以往的所有纪录。这次会议已经涉及“后京都议定书”。就如同我们期待大象能生出老鼠一般，减少排放量的目标没有任何进展。事实上，利益相关者就一种“路线图”达成一致，推动之后的艰难决策：会议决定，将讨论下一届京都议定书[④]，旨在为今后谈判设定完成时间。

① 2005 年在蒙特利尔举行的另一联合国大会，大会把许多希望寄托于这一体系。

② 参照：http：//www. lemonde. fr/planete/article/2007/04/06/le-marche-des-droits-d-emission-de-co2-rate-son-entree_892985_3244. html.

③ 我在此提到的只是关于世界气候的会议。一些更普通的会议，诸如约翰内斯堡会议(2002 年)，尽管同样毫无成果，没有在此提及。

④ 这项新的京都议定书有时被称为“京都议定书二”；并不能如我们所愿，很难更天真或更大胆去对待。

2008年12月1日，波兰波兹南会议举行，聚集了来自185个国家的9 000名代表，开始了这些讨论。在一篇标题讲述此进程可能结果的文章中(《危机可能影响波兹南气候会议》(La crise risque de peser sur la conférence climatique de Poznan))，记者阿利斯特·多伊尔(Alister Doyle)告诉我们，"伊弗·德布尔(Yvo de Boer)，联合国气候变化框架公约(缩写为UNFCCC)执行秘书，要求讨论者遵守进度，争取在2009年末哥本哈根达成一项新的联合国气候条约[①]。他重申了巴拉克·奥巴马(Barack Obama)[②]运动的宣言，在本质上没有什么改变，并明确指出："我们现在需要把问题集中在可能的绿色增长上，使世界经济稳定，持久。"可循环能源的使用成本大规模上涨，不仅是因为危机，还因为那些在充满希望的市场上相当专业的企业嗅到了商机："气候变化框架公约的一篇报告指出，上个星期，从现在起至2030年，减少四分之一的温室气体排放的成本估计在2007年将高于170%，也就是说每年为2 000亿到2 100亿美元。"[③]

在欧盟，到2020年将温室气体排放量减少20%的目标的可信度因为经济危机的原因而变得微乎其微——这一点正好解释了为何放弃如此专断的项目。我们想象，一个像波兰这样93%的电力生产来自煤炭发电厂的国家，应该为达到这一结果而同意作出牺牲。像意大利、西班牙、德国这样的国家，或多或少在这方面处于比较困难的境地。与此同时，我们可以期待更多持久的举措，以得到或是违背条例的例外措施，或是新的妥协，更可能两者都得到。

① 阿利斯特·多伊尔(Alister Doyle)，《法国快报》(*L'express. fr*)，2008年12月1日。

② 参照下文。

③ 同上。

因此，目前的小结并不容乐观。然而，很多人认为，美国政府的变化，在巴拉克·奥巴马当选之后，可能使局势得到好转。甚至……

巴拉克·奥巴马能做些什么？

2008年1月20日，华盛顿，美国第44任总统，巴拉克·奥巴马(Barack Obama)在就职演说中坚定了他希望同其他国家并肩作战来共同遏制全球变暖这个幽灵的决心。他特别指出要开发“太阳能、风能、地热能为我们的车辆、工厂提供能源”[①]。我们可以发现，奥巴马用了相当简单的字眼，向我们描绘的政策框架独具大胆创新的雄心壮志。事实上，美国新任总统所提出的方案的大胆创新的特色在广度上与之前的方案形成鲜明的对照。自从新政(*New-Deal*)以来，尚没有一个美国总统显示出如此坚定的变革决心。该方案的减排目标是以1990年为基准，实现到2050年美国二氧化碳排放将削减80%！第一步即以1990年为基准，到2020年实现美国温室气体排放量零增长，这一目标对像美国这样的国家则显得尤为重要。人们所料到的只是引进牺牲的上限，采取严格的措施，呼吁回归理性，走一条“不以伤害子孙后代的利益为代价”的环保路线。可是这些远远不够。重心在于进一步重新调整美国经济发展的方向。奥巴马政府为实行低碳经济政策作出很多努力。例如，鼓励汽车制造商力争到2015年实现生产销售油电混合动力汽车达100万辆，这种油电混合动力汽车100公里只消耗1.5升汽油！这些新车型将使用第二代生物燃料。针对这些专门技术的计划将会创造出500万个工作岗位，其中一部分补足了将在传统行业被淘汰的岗位。

---

① 《世界报》，2009年1月22日。

除此之外，至 2025 年前，美国将用可再生能源生产 25%的电力。但是，新的发电厂将采用新技术，利用炭[①]在地下捕封生产过程中所释放的二氧化碳。最后，国家将向石油公司征税，回收的资金将被用于扶贫济困。关于民用核能，为避免引起任何人的不满，这方面的框架在整个运动中模糊化了。

欧洲居民总是能够很快倾心于天赐的伟人，因为对自己国家的气候命运无法掌控，于是就把他们所有的希望寄托在大西洋彼岸。这并不是他们第一次这么关注美国总统大选。很多人觉得，每一次美国大选后新任美国总统不可能比前任更糟糕。大家认为，约翰·肯尼迪(John Fitzgerald)，如此年轻，如此闪耀，人称“万人迷”，将会成为一名创新进取的总统，自然，人们将会遗忘发动越南战争(la guerre du Vietnam)并入侵古巴西南岸猪湾[②](la Baie des Cochons)的前任艾森豪威尔(Eisenhower)。大家相信，詹姆斯·厄尔·卡特(James E. Carter)[简称“吉米”(Jimmy)]曾当过基督教南方浸礼会执事，要比他的前任们更为正直。然而，他却向本·拉登(Ben Laden)及其塔利班(Talibans)[③]恐怖组织提供资金援助。人们觉得，老布什(George Bush pere)不可能似罗纳德·里根(Ronald Reagan)如此好战，可是他却发动了海湾战争。

因此，最好不要妄下结论。原因无非是美国人在现有的地缘政治、经济条件下，从不去做自己想做的，而是去做自己力所能及的，因此，不可避免地，政治倾向就会出现波动。这对巴拉

① 中国是如今世界上第一大煤炭生产国，美国位居第二。法国已经对矿山博物馆、文化遗址上的煤矿进行了改造。

② 这个名词通常指艾森豪威尔(Eisenhower)为武力推翻古巴卡斯特罗政权(le regime castriste)，协助逃亡美国的古巴人发动的一次武装进攻。

③ 参见 1998 年 1 月 15 日，法国《新观察家周刊》(*Nouvel Observateur*)中对卡特政府的国家安全顾问兹比格涅夫·布热津斯基(Zbigniew Brzezinsky)的采访。

克·奥巴马而言,也不例外。他的方案涉及对纳税人强烈的诉求,以及美国在地球上这个最强大最自由的资本主义世界中所施加的重要干涉。

所有的一切都将取决于个人的能力去说服美国人,使他们相信适合在现在这样的环境中提出的问题"不是关于政府是否过于干涉还是干涉力度不够,而是关于政府是否在发挥作用"[①]。这就意味着政府的干涉原则是政府的政策的重心之一。然而,这个假设是否存在?请不要忘记,不论是在美国还是世界上其他国家,许多人对"市场"都持有相同的观点,即"市场生产财富、传播自由的能力是参差不齐的……"[②]而且,人们认为金融危机和市场并没有本质的联系,金融危机的产生,仅仅是因为自由体制的控制机制存在着缺陷。

因此,避免整个实现意愿的过程是合理的做法。毫无疑问,对于在实现竞选中曾许下的诺言,奥巴马正真心诚意地努力一一实现,尽管众多经济专家称之为异想天开。于是,"根据联合国最近发布的一份报告显示,为实现以 2003 年的碳排放量为基准,与 2000 年的水平相比,到 2030 年碳排放量要减少 25%,每年需要投入至少 2 000 亿美元(相当于 1 550 亿欧元)[③]"。尽管奥巴马首选卡罗尔·布朗纳尔(Carol Browner)[④]担任白宫的环

---

① 参见奥巴马 2009 年 1 月 20 日发表的就职演说,《世界报》(*Le Monde*),2009 年 1 月 22 日。

② 同上。

③ 参见波兹南联合国气候变化大会(la Convention des Nations Unies sur le Changement Climatique)会议期间关于筹集资金共同对付全球气候变暖的更新报告。

④ 卡罗尔·布朗纳尔,53 岁,曾担任克林顿两任期间的环保局(l'Age protection de l'environnement)局长。而且,她曾是第一个旨在保护儿童健康的环境法,即《食品质量保护法》(Food Quality Protection Act)的发起人,引进了检测食物中杀虫剂含量的新标准。

境顾问来对抗世界气候变暖问题并负责协调美国政府的能源政策，但是正如我们所看到的，阿尔·戈尔（Al Gore）所持的环境观点与奥巴马最为接近。

阿尔·戈尔："真相"可以被忽视

阿尔·戈尔和莱昂纳多·迪卡普里奥（Leonardo di Caprio）一起成为乘坐私人喷气式飞机的重量级环保主义者：这些好莱坞名人驾驶混合动力汽车前往他们私人飞机停机场。我们也能在欧洲发现这种情况，特别在发达国家，宣传环保主义被看成一种时髦的行为。因此，请还阿尔·戈尔以正义：并不是只有他一个人以宣称拒绝向大气排放碳来起到宣传自己的目的。请大家想想，法国环境部长兼能源部长、可持续发展部长、国土规划部长让·路易·博洛(Jean-Louis Borloo)[①]"为观察北极冰盖消融情况"（原文如此）的格陵兰岛之旅。

阿尔·戈尔与政府间气候变化专门委员会（GIEC - IPCC）的科学家们共同获得 2007 年度诺贝尔和平奖（les prix Nobel de la paix）。但是，这些政府间气候变化专门委员会的科学家们严谨耐心的工作成果与这位前总统竞选人所持的气候观点存在着千差万别。我们已经发现戈尔的电影充斥着不准确的成分。如果把主要目的与美国前副总统的意图置于同一高度，电影就显得毫无意义，而且很轻易就会遭到抨击：例如"难以忽视的真相[②]"。

---

① 在法国总统的支持下，博洛部长还组织了称之为"法国环境问题多方协商会议"(Grenelle de l'environnement)。在 2009 年 1 月份就形成一份判断仍为时尚早，因此我们面临着一个总是充满争议、需要反复修改、不断被质问的法案。请参见帕特里克·罗杰(Patrick Roger)：《人民运动联盟(1'UMP)的众议员们制定了"法国环境问题多方协商会议"的框架》，《世界报》，2008 年 10 月 11 日。

② 在 2008 年 1 月的《研究》(la Recherche)杂志中，出版了后来的版本，其中对一个"自由的观念"的某些方面做了修改和再发展。（参见：P. 阿克特：《阿尔·戈尔与喷气式飞机环保主义者》，《研究》第 415 期，第 112 页）

天啊！我们拥有时代精神并怀着一份好意。同样地，阿尔·戈尔对"资本主义市场[①]"抱有很高的期望，这完全与乔治·布什(George Bush)和奥巴马如出一辙。除已经担任苹果和谷歌两家公司的顾问之外，戈尔还创办了一家名为"世代投资管理公司"(Generation Investment Management)，旨在向世人证明，"在传统的投资过程中，通过提高企业的盈利能力并鼓励企业提高社会责任感，使把环境及其他与可持续发展有关的要素综合起来完全成为可能"[②]。很明显，这个观点本质上与奥巴马的环境策略有异曲同工之妙。并且，大企业的碳排放权可以通过和证券交易所结合起来的交易机制框架下进行转让并对其征收一定的税，这已经被肯定为解决问题的灵丹妙药。戈尔还主张碳补偿购置从而来抵消飞机旅行对生态造成的影响。更为普遍的是，他仅仅提倡的是由于个人出行方式的变化：远距离工作(原文如此)应该重新使用生物燃料(以引起粮食不足以及玉米价格上涨的代价)；购买本地生产的商品(这往往是无法实现的)，这就要在政治上向选出的政府施加压力，或者游说国会少吃红肉(至少有人不会因此受到抨击，因为他们很穷所以从来没有吃过红肉)，并减少不必要的出行。最后一点提得很棒！可是，天哪！这些建议的物质条件取决于国土规划以及就业安全性，很明显，这些条件从来未被考虑过。类似的，选择公共交通运输方式，对法国这样的国家来说就显得不容易，因为铁路网自从 1930 年以来减少了一半。但是，从这个角度来看，臭名昭著的碳平衡可能还是有好处的，可以避免批判精神成为一种风气。

① 参见奥瑞里恩·贝尼尔(Aurélien Bernier)：《气候——经济的奴隶》(Le Climat, otage de la finance)，巴黎，一千零一夜出版社(Mille et une nuits)，2008 年。

② 阿尔·戈尔：《不可忽视的真相》，巴黎，马提涅出版社，2007 年，引言。

一些“碳平衡”拥有未来

我们应该抓住重点，忽略非重要点：一些公司整天以各种方式邀请我们为了我们自己的星球采取一些行动。一般有以下几种情形，一些公司会建议我们使用电子账单避免使用纸质账单（“邮政银行”），或者建议我们“在线”申报我们的收入，或者建议我们购买印有“WWF”的食品袋而不是过去那种免费的塑料袋（面积都很大）。人人都认识到这种方法的虚伪，即为了获得更多利润、利用小成本塑造良好的形象，不惜把个人的环保初衷引入歧途。同样，我们最近了解到“跨行业委员会的一般性聚会需要的香槟酒所产生的 12 吨 CO_2……得花费 228 英镑[①]”，而且，主办方“已经决定出钱给能源节约项目，来抵消开车以及宴会期间所排放的 CO_2 气体[②]”。这样我们可以放心了。相反，我们总是期待着，一些主要零售商能停止那些仅仅为了使飞行变得更困难而用塑料物质掩盖生产石油所释放的廉价浓稠的化学废物的行为。为了避免因不必要的运输而释放的 CO_2，市场上应流通当地产品为主，同时应该停止从发展中国家进口商品这种严重影响当地生产业[③]的行为，这样才算“为我们的星球采取了行动”。而且，这些发展中国家只有形成了自己的国内市场，他们才有可能繁荣。如果一些小计算中存在计算更高的问题，这就会吸引公共事业股东们以及管理者们的注意，那么对于全球气候变暖来说，这些小计算就可以忽略不计，总之是由紧急情

① 好家伙！

② 《世界报》，2008 年 11 月 26 日。我们开始期待环保责任性这么强的委员会不会只付出排放 12 吨 CO_2 所需的补偿；因为 2007 年的价目表刚刚超过 10 英镑……我们不能这样对碳补偿不斤斤计较。

③ 现在很明显，从中国进口商品，举个例子，减慢了西方“购买力”下降的速度，这样可以在工资面临强大压力的情况下仍然维持本国水平：因此，在 2009 年的德国，一名拥有两年工作经验的工程师兼建筑师[相当于中学毕业文凭（bac）+5]月收入 1 100 英镑，这种情况被认为是正常的。

况的重要性决定的。

评估任何一个解决生态问题的方法的优点的标准并不是能量。这些方法包括光伏板、太阳能集热器、热水泵、微型水力发电涡轮机、小型风力涡轮机、建筑高品质环境(HQE(Haute Qualite Environnementale))、绿色火焰加热器,等等。因为以上这些装置从长远来看都是合理并能节约能源,因此都引起广泛的注意。他们对全球变暖具有潜在影响,虽然很细微,但是也不容轻视;关键在于要具备推广这些方法的智慧,因为它们就碳平衡而言都是"清洁"能源,而且还因为它们能够减轻家庭能源账单支出。这个问题仍然存在人们经常容易忽视的一个方面,这个问题与国土开发和个人生活方式之间的联系有关。我就只举一个一所中学里的碳平衡例子。碳平衡包括交通过程中释放的 CO_2,甚至包括学校食堂运输膳食原料的交通中的 CO_2 排放量。我们马上就看到公共交通在时间以及空间上存在着不足,而且令乘客感到不是很舒服,因此人们就会选择个人交通运输方式,于是 CO_2 排放量就会增长,自然整个中学的 CO_2 排放量肯定就增加了①。

我们还看到,取消学校机构,尤其是取消农村地区的小学不利于学校机构的碳平衡,既然以前的学生在他们村子里的行走距离比这些学生去新学校的路程更远,那么碳排放量也很大。另外还有关于教师的碳平衡。教师,在职业生涯早期,需要同一时间在三个学校机构任职,因此必须不停地赶路,这当然是很痛苦的。请注意,对业务的许多其他领域②可以作同一类型的分

① 我们已经看到,对工业和农业实业排放 CO_2(以及其他温室气体)进行控制才是根本的和决定性的。而且,对不必要的交通运输应该进行严格的限制(对于后者而言,有一个很迫切的问题,即近期何时成立一个负责就近从业的全国机构?)

② 例如健康、旅游等领域。

析，而且国土规划亟需更深刻的思考。因此，对于认为公共事业可以进行商业盈利这种对人类来说具有毁灭性的僵化思想必须加以质疑。

更普遍的是，自由主义的不合理性是容许被人质疑的：世界气候的未来在实质上是由从温室气体主要排放公司的利益出发的政府顾问们来决定，这种做法是否合理？由代表石油大亨利益的政府顾问决定是否合理呢？由代表大零售商利益的政府顾问决定是否合理呢？然而，这些每天都重复发生，绝对不是四处游说的政客仅仅把自己的一腔写作热情转移到政治辩论中。

结语

在人们开始考虑到幸福，考虑到他们的生活质量以及对世界之美的保护之前，必须先要满足两个维持生命所必需的要素，正如字面上所说的：吃饭果腹和适应环境。所有的人都必须满足这些条件才能生存。而气候的偶然性就是环境中最基本的一方面。正如气候在地球历史上不断变化一样，它们对生物的影响力的大小也是处在不断变化当中的。

对人类而言，他们从一开始就利用工具，很快的又用衣物和遮蔽物的建造来改造环境，但是环境以外的其他方面因素也参与到其中并起到了很大的作用：首先，从文明角度所讲的文化就远远比人类为了满足生理需要而作出的改造要更加丰富多彩。

历史上，气候在不同时代的重要性也不同。在前寒武纪时期，人类刚起源的时候，往重一点说，气候曾是决定性的：例如，我们已经知道，大气中没有臭氧，生物根本不能离开水面。之后随着生物体系的不断复杂化，气候的作用也就变得不那么关键：比如体温调节就是一个在一定程度上降低了气候重要性的适应形式。

这种生物物种与气候关系的发展在人类社会刚出现的时候就开始了。在没有文字记载的社会，气候对人类也有很大的影响；但是显然地，随着人类社会的发展和组织的更加复杂化，这

种影响变得越来越小：这样，不合常理地，在武木冰期最寒冷的时候，马格德林时期的世界却出现了至今没有可与之媲美的壁画艺术。相反地，对于一些隔离群体，就像定居在格陵兰岛的斯堪的纳维亚人来说，气候的作用也可以是决定性的。然而，这种情况也可以发生在所有被气候压迫的人类的身上，比如，在一次自然灾害之后或者是处于政治压力或饥饿情况下的时候，况且这些因素还经常联合起作用。最终，气候的变化在长期作用下才更能说明问题。当对一些气候起了很大作用的历史事件的阐释很难时，我们还是要非常的谨慎：关于这点，罗马帝国和玛雅文明受气候影响而衰落就很能说明问题。这就是为什么许多针对较短时期内的气候反常的分析令很多历史学家很困惑；这种情况我们在福隆德运动（la Fronde）尤其是法国大革命中已经见到。但当我们研究很短期的事件时，它就更加的真实了：在1812年俄国的撤退或者希特勒军队对苏联的入侵中气候所起到的既不是根本性的、也不是决定性的作用，这就是一个很好的证明，尽管丝毫也不能减轻当时双方士兵和民众的痛苦；从这种观点来看，气候在这两个事件中其实是扮演了中心的角色。

总之，气候决定论往往代表一种历史上摇摇欲坠的精神态度。这种立场同样也是特别缺乏精度和高度的哲学观念的支撑，因为它导致了两种完全不同的态度相互混淆：解释一些事件的时候考虑到历史背景是一回事；因为环境不允许而否定人类的自由是另一回事。我们永远能够用另外一种方式来看待问题。

然而，生物种与气候的关系是错综复杂的，就像哺乳动物的智力中固有的和获得的东西在概念上是不同的实体，但在实践中却无法分割。气候的变化使生物得以在前寒武纪时期出现，作为交换，藻类通过光合作用制造氧气（从而也间接地制造了臭

氧)，而这些氧气丰富了大气成分，使得生物能够迅速占领浮出水面的土地。今天，我们知道，人类社会的活动可能引起地球气候的悲剧性变化。在 20 世纪整个过程中，气候学的领域与生物学发生了交叠；不仅如此，尽管在很小的范围内，但最近越来越多地与人类科学发生了重叠。气候学，这门关于地球的科学最初是明确划分了范围的，但今后，我们最好也把它当作一门生物科学，因为在生物科学的范畴里部分涉及到了人类学。地球大气难道不是部分由人类社会在一些历史决定的社会关系和政治关系所影响的吗?

生物与气候形影不离的特点又导致另一个重大的结果：人类将损害其后代为了生存所要依靠的环境条件。但关于这个问题，在这个充满生态灾害和社会政治灾难的世界里，我们也要一反常态地认为不要造成人心惶惶才是更合适的。对于人(仅仅在概念上存在的大写的人)这个抽象实体的信任仍然很适宜，尽管在 20 世纪 70 年代已经在发达国家开始了生态意识的觉醒。

然而，从这个时期开始，地球的状态严重恶化：大气污染，海洋和淡水污染，臭氧层的空洞，森林砍伐(每年 1 700 万公顷)，自然的原油流入海洋(每年超过 1 千万吨，还不包括由于事故造成的部分)，一些特大城市如开罗、东京或墨西哥等地郊区生活条件的恶化：如今地球的所有生态指标都亮起了红灯。

可就是在这个已经被破坏的生态状况下，在 1998 年出现了可流通的污染许可证交易(通常是发达国家向发展中国家购买)。世界银行建立了一个主要由瑞士、瑞典、挪威、芬兰和荷兰出资的投资基金来监督这些许可证的价格公正。此外，一些跨国石油公司如英国石油公司和雪佛龙石油公司也出资帮助它完成这项任务。同样地，也存在一个国际联盟来处理温室气体排放权的交易，也就是为了一些私人的目的而去购买破坏属于全

人类的财富的权利。

事实上还有比这更坏的情况[1]：在过去的三十年中，对于全球的生态系统有了一个重大发现：那就是生态过程极大的惰性。这样，专家认为，如果我们今天作出关于温室气体排放的一些有益的决定，那么我们能感觉到的最早的效果也需要到一个世纪以后，甚至更可能在 150 年以后——这种不确定来自专家们对于一些数据和一些气候变化的数字化模型并不总是能达成一致意见。另一些专家对于臭氧层空洞也得出了类似的数据。

这种惰性在全球人口问题上尤其惊人，持续快速的人口增长产生了那么多的生态和气候的后果：1840 年，地球上共有 10 亿人口；1930 年，20 亿；1950 年，25 亿；1975 年，40 亿；1987 年，50 亿；1994 年，56.6 亿；1998 年，60 亿到 62.5 亿……根据联合国的一项长期预测，要在 2010 年使出生率达到平均每对夫妇两个多一点的孩子才能使 2060 年的地球人口总量稳定在 77 亿。即便这个目标到 2065 年才能达到，那也意味着在 2100 年世界人口将超过 140 亿。当然，我们可以认为地球的资源足以供应更多的人口，但是稳定世界人口的问题却摆在了我们面前，至少在原则上是这样。然而，显然只要全世界的育龄妇女没有物质上和思想上对她们生育的控制，我们就无法朝着这种稳定前进（如果我们认为这种稳定是合乎我们愿望的话），然而事实远非如此：要使用一片避孕药，我们需要一位医生来开药，需要钱和药店来购买，需要一个女孩有权利学习认字的学校，因为这是看懂药的剂量所必需的。同样，还需要社会给予妇女决定自己生几个孩子的权利……附带地，我们在此看到了人的解放和地球

① 后来的发展又重新抓住了 2002 年 12 月 3 日的会议中提出的几点。这次会议由马丁内斯教授(Jorge Martinez Contreeas, UAM)组织，在韦拉克鲁斯州的卡特马科(墨西哥)举行。

生态之间存在着明显的关系。

对这些巨大惰性的担忧从一开始就给我们提出了两个问题。一方面是生态上和政治上的时间性不同：什么样的政治家愿意作出对生态来说很关键但并不得人心的决定？因为不论是他还是他的选举者都将看不到结果。在生态上，时间的脚步是按世纪来计算的，而在政治上却是一次选举的任期。

另一方面，我们都知道某些环境的恶化在社会科学上是无法逆转的：生态系统的健康有一个不可逆转点。理论上，我们可以恢复任何一个遭到最大限度破坏的生态系统，比如一个沙漠化的地区。但是，要做到这一点所需要的精力是大部分人类社会在目前地球上四分之三的地区处于苦难状态的情况下所无法提供的。如果尼泊尔的居民有足够的电，那么他们对森林的破坏就会减少，孟加拉国的洪灾也不会那么糟糕。更多的二氧化碳将被存储，而且由于人们燃烧的树木变少，所排放二氧化碳也会减少。但问题是怎样向尼泊尔供电？理论上，对生态系统的治疗总是可能的；但在实践中，情况却不是这样。

在这个小结中，一个极端的和出人意料的推论出现了：如果我们将所有的生态惰性（包括气候的和地球的）以及所有生态系统平衡破坏中的不可逆转点结合起来，会得到一个理论上的合力，也就是说，是我们面前的一个我们再也无法回头的时刻。我们从这个假设中看不出一点儿灾变说的痕迹：哎！它是非常合乎情理的。更糟的是：如果我们将这个推理更深入一些，我们根本没有证据说明这个不可逆转点还没有被超越，因此，明确地，不可避免地已经太晚了。在目前的科技水平下，我们没有任何方法来了解这一点。

从 2003 年夏天发生在法国的酷暑和造成大量死亡的森林火灾之后，地球的气候问题就被搬上了前台。这里我们不是要

确定这些灾难中谁该负责任，而是要思考两个萦绕在民众心头的问题："在接下来的几十年中会发生什么事情?"由于各种假说都是相当令人担忧的——我们知道，基于气象学家们预测的各种结果，我们根本无法保持乐观："我们还能够补救吗?"天文上的原因可能是没有办法的，因为它不取决于人类。但我们完全可以作用于我们能决定的因素：尤其是人为的温室气体的排放。这样就够了吗？我们并不知道。然而我们相信如果我们什么也不做，情况必然会恶化。

布莱斯·帕斯卡(Blaise Pascal)曾经在没有证据证明上帝存在的情况下赌他存在，如今，我们也需要用这种方式再打一个赌。可能我们需要赌现在还不是太晚。赌我们这个由各种生态系统和人类社会组成的整体还没有被宣告衰败，遭到不可逆转的破坏，甚至是死亡。

为了给自己一些打赢这个赌的机会，发达国家必须支持不发达国家的可持续发展。这里涉及一个生态和政治的最基本要求。关于气候变暖的问题同样如此。

长期以来很多人一直认为所谓的自由体制是唯一应受谴责的对象。他们真诚地相信在那些没有利益法则的地方，也就是在那些现存的社会主义国家里，对生态系统的管理不会受到那么多的束缚，因而也就更加高效。然而历史证明他们是错误的。我就是他们当中的一员，尽管我和大部分人一样，还是认为泰坦尼克号的失事并没有使阿基米得定律无效。

无论如何，对社会主义生态系统灾难性的具体经验的总结，和同样糟糕的资本主义的总结显示出了这两种体制的一个共同的特点：显而易见，各地都缺少个人对于他们的社会和生态命运的掌握。在水俣(Minamata)，在鲍帕尔(Bhopal)，在切尔诺贝利(Tchernobyl)，在三里岛(Three miles Island)，在西伯利亚

(Sibérie)，在亚马孙古陆(Amazonie)和其他地球上的任何地方，那些真正的财富创造者(工人、生产工程师、农场主、饲养员、渔夫，还有那些遭到危险的或者被破坏地区的其他居民)不管是法律上还是实际上，从来没有办法参与到这些可能导致灾难的过程中。世界各地的纯粹而冷酷的自由主义或者是暗中的和盲目的官僚主义曾经而且现在仍然要对全球变暖负责，对生态系统运行机制的破坏负责，对世界之美的毁坏负责，对生物圈里灵巧的居民的脆弱的幸福负责。

不同时改变人类之间的破坏性的关系而试图改变人类与生物圈的破坏性关系的想法只会是一个幻想：等待我们建立的是一个人类解放的生态学。但是我们启程了吗？

附录

地球轨道偏心率变化

自转轴倾斜度变化平均角度：23.3°

自转轴的旋进及地球轨道的旋转

[据气候学和环境学实验室(CNRS)埃尔莎·科尔蒂若绘制]

根据米兰科维奇(Milankovitch)理论，由于太阳系行星间万有引力的相互作用，描述地球公转方位的参数呈现出周期性的变化。偏心率有100 000年和413 000年的双周期性，倾斜周期大约为41 000年。轴向周期有19 000年和23 000年的双周期性。这些周期的合力从一开始便影响着气候。

类地行星的大气组成

(詹姆斯·洛夫洛克)

	金　星	火　星	地　球
二氧化碳	98%	95%	0.03%
氮	3.5%	2.7%	79%
氧	微量	0.13%	21%
甲烷	0	0	1.7 ppm
温度	459℃	−53℃	13℃

金星、火星、地球这三个行星的大气组成最初是类似的，是生存物种极大地改变了地球上大气的化学成分。

前寒武纪地质年代

（F.勒蒂耶，1998）

宙	代	年代测定
显生宙	古生代	540
元古宙	新元古代	650
		850
		1 000
	中元古代	1 200
		1 400
		1 600
	古元古代	1 900
		2 050
		2 300
		2 500
太古宙	新太古代	2 800
	中太古代	3 200
	古太古代	3 600
	始太古代	4 550

显生时代划分表

(F. 勒蒂耶，1998)

代	纪	世	Ma
第四纪			
新生代	晚第三纪	上新世	
		中新世	
	早第三纪	渐新世	
		始新世	
		古新世	
中生代	白垩纪	上白垩纪	
		下白垩纪	
	侏罗纪	上侏罗纪	
		中侏罗纪	
		下侏罗纪	
	三叠纪	上三叠纪	
		中三叠纪	
		下三叠纪	

纪	世/统	Ma
二叠纪	上二叠纪	
	下二叠纪	
石炭纪	西里西亚阶	
	狄南阶	
泥盆纪	上泥盆纪	
	中泥盆纪	
	下泥盆纪	
志留纪	普里道利统	
	罗德洛统	
	文洛克统	
	兰多维利统	
奥陶纪	阿什极尔统	
	卡拉道克统	
	兰代洛统 兰维恩统	
	特马豆克统	
寒武纪	上寒武纪	
	中寒武纪	
	下寒武纪	
前寒武纪		

第四纪大冰川期

<table>
<tr><th>距今时间</th><th>冰　期</th><th>文　明　史</th><th>人　类　史</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>金属时代
新石器时代
中石器时代</td><td rowspan="4">新人（现代人）</td></tr>
<tr><td>10 000</td><td>武木冰期 4</td><td rowspan="3">马格达林时期
梭鲁特时期
奥瑞纳-
佩里戈尔德时期</td></tr>
<tr><td>20 000</td><td></td></tr>
<tr><td>30 000</td><td>武木冰期 3
距今 32 000 年</td></tr>
<tr><td>40 000</td><td>武木冰期 2</td><td rowspan="5">旧石器时代
中期</td><td rowspan="6">尼安德特人
（智人的一个亚种）</td></tr>
<tr><td>50 000</td><td></td></tr>
<tr><td>60 000</td><td rowspan="3">武木冰期 1</td></tr>
<tr><td>70 000</td></tr>
<tr><td>80 000</td></tr>
<tr><td>90 000</td><td colspan="2">里斯-武木间冰期</td></tr>
<tr><td>100 000</td><td>里斯冰期 3</td><td rowspan="3">阿舍利时代</td><td rowspan="7">猿人</td></tr>
<tr><td>200 000</td><td>里斯冰期 2</td></tr>
<tr><td>300 000</td><td>里斯冰期 1</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">民德-里斯间冰期</td></tr>
<tr><td>400 000</td><td>民德 2</td><td rowspan="2">舍利-
阿布维利时代</td></tr>
<tr><td>500 000</td><td>民德 1</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">西西里海侵</td></tr>
<tr><td>700 000</td><td>恭兹冰期 2</td><td></td><td rowspan="2">能人</td></tr>
<tr><td>1 000 000</td><td>恭兹冰期 1</td><td>卵石文化</td></tr>
</table>

续　表

距今时间	冰　期	文明史	人类史
1 500 000	多瑙-恭兹间冰期		
2 000 000	多瑙冰期 3	卵石文化	南方古猿（奥杜威、斯托克方丹）
	间冰期		
2 500 000	多瑙冰期 2		
	间冰期		
3 000 000	多瑙冰期 1		
3 500 000			南方古猿（奥莫）
4 000 000			
第三纪			

人类历史上的主要冰期

时间（距今百万年）			
	0		第四纪
			第三纪
	100	中生代	白垩纪
	200		侏罗纪
			三叠纪
	300	古生代	二叠纪
			石炭纪
	400		泥盆纪
			志留纪
	500		奥陶纪
			寒武纪
	600	前寒武纪	元古代
	700		
	800		
	900		
	1 000		
	2 000		
	3 000		
	4 000		太古代
	5 000		

参考文献

P. 阿克特(Acot, P.):《生态学历史》(*Histoire de l'écologie*),巴黎:法国大学出版社(PUF),1988 年。

P. 阿克特(Acot, P.):《生态学与生态主义》(Ecologie et écologisme),《当代理性》(*Raison présente*)第 106 期,1993 年,巴黎,第 27~36 页。

P. 阿克特(Acot, P.):《自然与人类实践》(La nature, pratique humaine),载《环境控制》(*La maîtrise du milieu*),巴黎:弗兰哲学出版社(J. Vrin),1994 年,第 7~14 页。

P. 阿克特(Acot, P.):《生态学历史》(*Histoire de l'écologie*),巴黎:法国大学出版社(PUF),1994 年。

P. 阿克特(Acot, P.):《何谓生物圈》(*The Concept of Biosphere*)(与约瑟夫·玛利亚·卡马拉萨(Josep Maria Camarasa)、拉蒙·福尔奇(Ramon Folch)、冈萨罗·阿尔夫特(Gonzalo Halffter)合著),密歇根州底特律市法明顿希尔斯:盖尔集团(The Gale Group),2000 年;译为加泰罗尼亚语,拉蒙·福尔奇编:《何谓生物圈》(Pensar la Biosfera)(《生物圈》(*Biosfera*)第十一卷,巴塞罗那,加泰罗尼亚百科全书,联合国"人与生物圈"项目,1998 年。

P. 阿克特(Acot, P.)主编:《科学生态学的欧洲起源》(1800—1901)(*The European Origins of Scientific Ecology(1800—1901)*),CD-ROM 第 2 盘,帕特里克·布兰丁(Patrick Blandin)介绍,阿姆斯特丹:戈登和布里奇出版公司(Gordon & Breach),1998 年。

P. 阿克特(Acot, P.)、A. 法戈·拉尔若(Fagot-Largeault, A.):《环境伦理学》(*L'Ethique environnementale*),切利玛扎林:SenS 出版社,

1998年。

P. 阿克特(Acot, P.):《气候灾难,社会灾害》(*Catastrophes climatiques, desastres sociaux*),巴黎:法国大学出版社(PUF),2006年。

C. C. 亚当斯(Adams, C. C.):《美国生物群冰后期分布》(The postglacial dispersal of American biota),《海洋生物研究所生物学通报》(*Biol. Bull. of the Marine Biological Laboratory*)第9期,1905年,第53～71页。

C. C. 亚当斯(Adams, C. C.):《普通生态学与人类生态学》(General ecology and human ecology),《生态学》(*Ecology*)第16期,1935年,第316～335页。

W. 阿尔瓦雷茨(Alvarez, W.):《恐龙的悲剧结局》(*La Fin tragique des dinosaures*),巴黎:阿歇特出版集团(Hachette),1998年(1997年第1版)。

G. 阿紫(Azzi, G.):《农业生态学》(*Ecologie agricole*),巴黎:巴耶尔出版社(J.-B. Baillières),1954年。

R. 巴尔博(Barbault, R.):《鲸鱼、细菌与人类》(*Des baleines, des bactéries et des hommes*),巴黎:奥迪勒·雅各布出版社(Odile Jacob),1994年。

J. 巴罗(Barrau, J.):《自然界中的人》(L'homme dans le milieu naturel),《环境与生活质量》丛书(*Environnement et qualité de la vie*),巴黎:Guy Le Prat出版社,1975年,第21～58页。

G. 贝尔特朗多(Beltrando, G.)、L. 谢梅里(Chemery, L.):《气象词典》(*Dictionnaire du climat*),巴黎:拉鲁斯出版社(Larousse),1995年。

D. 贝尔冈帝(Bergandi, D.):《生态系统理论中整体法的局限性与可能性》(*Limites et possibilités de l'approche holiste dans la théorie des systèmes écologique*),博士学位论文,巴黎:国家自然历史博物馆,1995年。

D. 贝尔冈帝(Bergandi, D.):《E. P. 奥德姆的生态系统——逆喻修饰还是哲学狂想?》(An oxymoron or a philosophical chimera of E. P.

Odum's Systems ecology?),*Ludus Vitalis* 第 3 期,1996 年,第 145～180 页。

D. 贝尔冈帝(Bergandi, D.):《人类社会的地理学》(The geography of human societies),《科学生态学的欧洲起源》(1800—1901)(*The European Origins of Scientific Ecology*(*1800—1901*)),CD-ROM 第 2 盘,帕特里克·布兰丁(Patrick Blandin)介绍,阿姆斯特丹:戈登和布里奇出版公司(Gordon & Breach),1998 年。

H. C. W. 伯格豪斯(Berghaus, H. C. W.):《阿特拉斯物理》(*Physikalischer Atlas*),哥达:贾斯特斯·佩特出版社(Justus Perthes),1845—1848 年。

G. 贝特朗(Bertrand, G.):《法国乡村的生态史》(Pour une histoire écologique de la France rurale),载 G. 迪比(G. Duby)、A. 瓦隆(A. Wallon)主编:《法国乡村的历史》(*Histoire de la France rurale*),巴黎:瑟伊出版社(Seuil),1975 年。

J. 布隆代尔(Blondel, J.):《生物地理学——生态与进化研究》(*Biogéographie, approche écologique et évolutive*),巴黎:马松出版社(Masson),1995 年。

M. 布隆代尔(Blondel, M.):《农业化学与细菌自养》(Agrochemistry and bacterial autotrophy),《科学生态学的欧洲起源》(1800—1901)(*The European Origins of Scientific Ecology*(*1800—1901*)),CD-ROM 第 2 盘,帕特里克·布兰丁(Patrick Blandin)介绍,阿姆斯特丹:戈登和布里奇出版公司(Gordon & Breach),1998 年。

F. S. 博登海默(Bodenheimer, F. S.):《亚里士多德——动物生态学之父》(Aristotle, the father of animal ecology),*Homenaje a Millas-Vallicrosa* 第 1 期,巴塞罗那:西班牙高等科学研究委员会(CSIC),1954—1956 年,第 165～182 页。

G. 博尼耶(Bonnier, G.)、C. 弗拉奥(Flahault, C.):《基于植物随环境条件变化的观察》(〈Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu〉),《自然科学年鉴——植物

学》(*Annales des sciences naturelles, Botanique*)第四卷第7期,1878年,第93～125页。

D. 博廷(Botting, D.):《洪堡与宇宙》(*Humboldt and the Cosmos*),伦敦:Sphere Books出版公司,1973年。

D. 博廷(Botting, D.):《洪堡,一位民主主义科学家》(*Humboldt, un savant démocrate*),巴黎:贝兰出版社(Belin),1988年(1973年第1版)。

M. 布迪科(Boudyko, M.):《全球生态》(*Ecologie globale*),莫斯科:进步出版社,1980年。

D. 布尔格(Bourg, D.)、R. 巴尔博(Barbault, R.)、N. 于洛(Hulot, N.):《保持地球的人文》(*Pour que la Terre reste humaine*)(访J.-L.施莱格尔(Schlegel)),巴黎:瑟伊出版社(Seuil),1999年(2001年在丛书"观点(Points)"中再次发表)。

D. 布尔格(Bourg, D.)、J.-L. 施莱格尔(Schlegel):《避免明日危机——预防原则》(*Parer aux risques de demain, le principle de précaution*),巴黎:瑟伊出版社(Seuil),2001年。

D. 布尔格(Bourg, D.):《生态学现状》(*Les Scénarios de l'écologie*),巴黎:阿歇特出版集团(Hachette),1996年。

D. 布尔格(Bourg, D.):《受控的星球》(*Planète sous contrôle*)(访P.珀蒂(Petit)),巴黎:文本出版社(Textuel),1998年。

P. J. 鲍勒(Bowler, P. J.):《达尔文》(*Darwin*),牛津:巴兹尔·布莱克韦尔出版社(Basil Blackwell),1990年。

P. J. 鲍勒(Bowler, P. J.):《丰塔纳环境科学历史》(*The Fontana History of the Environmental Sciences*),伦敦:丰塔纳出版社(Fontana),1992年。

F. 布罗代尔(Braudel, F.):《物质文明和资本主义》(*Civilisation matérielle et capitalisme*,巴黎:阿尔芒·科兰出版社(Armand Colin),1979年。

N. 布罗克(Broc, N.):《你能谈谈18世纪法国的人文地理吗?》(Peut-on

parler de géographie humaine au xviiie siècle en France?),《地理学年鉴》(*Annales de géographie*)第78期,1969年,第57～75页。

J. 布朗(Browne, J.):《世俗方舟——生物地理学史研究》(*The Secular Ark. Studies in the History of Biogeography*),纽黑文 & 伦敦:耶鲁大学出版社,1983年。

布丰(Buffon):《自然通史》(*Histoire naturelle*),巴黎:皇家印刷厂(Imprimerie royale),1749年。

A.-P. de 堪多(Candolle, A.-P. de):《适用于古今植物地理学的生理群族的植物王国组成》(Constitution dans le règne végétal de groupes physiologiques applicables à la géographie botanique ancienne et moderne),载《通识丛书科学档案》(*Archives des sciences de la Bibliothèque universelle*),1874年。

A.-P. de 堪多(Candolle, A.-P. de):《关于法国植物地理学的论文——来自其具有绝对高度的报告》(Mémoires sur la géographie des plantes de la France, considérée dans ses rapports avec la hauteur absolute),载《阿卡伊尔学会物理及化学学术论文》(*Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil*)第三卷,1817年,第262～322页。

A.-P. de 堪多(Candolle, A.-P. de):《植物地理学》(Géographie botanique),《自然科学大辞典》(*Dictionnaire des sciences naturelles*)第十八卷,巴黎 & 斯特拉斯堡,弗雷德里克·居维叶(Frédéric Cuvier)主编,莱弗罗出版社(Levrault),1820年,第359～422页。

S. 卡诺(Carnot, S.):《论火的动力和能用其为动力的机器》(*Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*),巴黎:巴舍利耶出版社(Bachelier),1824年。

J. R. 卡彭特(Carpenter, J. R.):《生态学词汇表》(*An Ecological Glossary*),纽约:哈夫纳出版社(Hafner),1962年。

J. 科万(Cauvin, J.):《神的诞生,农业的诞生》(*Naissance des divinités, naissance de l'agriculture*),巴黎:弗拉马里翁出版社(Flammarion),

从书《田野》(〈Champs〉),1997年。

J. R. 克莱门茨(Clements, J. R.):《生态学研究方法》(*Research Methods in Ecology*),伦敦,内布拉斯加,纽约:阿诺出版社(Arno),1905年、1977年。

J. R. 克莱门茨(Clements, J. R.):《植物衍袭》(*Plant Succession*),华盛顿:卡耐基学院,1916年。

联合国世界环境与发展委员会(Commission mondiale pour l'environnement et le développement (CMED)):《我们共同的未来》(*Notre avenir à tous*),蒙特利尔:Fleuve出版社,1988年。

B. 科莫内(Commoner, B.):《包围圈》(*L'Encerclement*),巴黎:瑟伊出版社(Seuil),1972年。

Y. 科庞(Coppens, Y.):《猿、非洲与人》(*Le singe, l'Afrique et l'Homme*),巴黎:法亚尔出版社(Fayard),1983年。

Y. 科庞(Coppens, Y.):《先兆》(*Pré-ambules*),巴黎:奥迪勒·雅各布出版社(Odile Jacob),1988年。

A. C. 克龙比(Crombie, A. C.):《科学史——自圣·奥古斯丁至加利利》(400—1650)[*Histoire des sciences, de saint Augustin à Galilée (400—1650)*],巴黎:法国大学出版社(PUF),1959年。

P. 达热(Daget, P.)、M. 戈德龙(Godron, M.):《生态学词汇》(*Vocabulaire d'écologie*),巴黎:阿歇特出版社(Hachette),1974年。

F. 达戈涅(Dagognet, F.):《绿色革命》(*Des révolutions vertes*),巴黎:埃尔芒&谢出版社(Hermann & Cie),1973年。

A. R. 达特(Dart, A. R.):《南方古猿非洲种:南非的人猿》(Australopithecus africanus: the man-ape of south africa),《自然》(*Nature*)第115期第2884号,1925年。

C. 达尔文(Darwin, C.):《物种起源》(*On the Origin of Species*),伦敦:约翰·默里出版社(John Murray),1859年。

J.-P. 德莱亚热(Deléage, J.-P.):《生态学史——关于人类和自然的一门科学》(*Histoire de l'écologie, une science de l'homme et de la*

nature)，巴黎：发现出版社(La Découverte)，2001年。

J.-P. 德莱亚热(Deléage, J.-P.)：《生物圈，我们赖以生存的地球》(*La Biosphère, notre Terre vivante*)，巴黎：伽利玛出版社(Gallimard)，《发现》丛书(Découvertes)，2001年。

J. 迪亚蒙(Diamond, J.)：《倾覆：社会是如何决定其存灭的》(*Effondrement: comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*)，巴黎：伽利玛出版社(Gallimard)，2006年。

J. 多斯特(Dorst, J.)：《自然消逝以前》(*Avant que Nature meure*)，纳沙泰尔：德拉绍与尼埃斯莱出版社(Delachaux and Niestlé)，1965年。

J.-M. 德劳因(Drouin, J.-M.)：《重建自然，生态学及其历史》(*Réinventer la nature, l'écologie et son histoire*)，巴黎：德克莱德布劳尔出版社(Desclée De Brouwer)，1991年。

J.-M. 德劳因(Drouin, J.-M.)：《植物地理学》(Botanical Geography)，载《科学生态学的欧洲起源》(1800—1901)[*The European Origins of Scientific Ecology(1800—1901)*]，CD-ROM第2盘，帕特里克·布兰丁(Patrick Blandin)介绍，阿姆斯特丹：戈登和布里奇出版公司(Gordon & Breach)，1998年。

G. 迪比(Duby, G.)、A. 瓦隆(Wallon, A.)主编：《法国乡村的历史》(*Histoire de la France rurale*)第四卷，巴黎：瑟伊出版社(Seuil)，1975年。

R. 迪蒙(Dumont, R.)：《乌托邦还是死刑场》(*L'Utopie ou la mort*)，巴黎：瑟伊出版社(Seuil)，1973年。

R. 迪蒙(Dumont, R.)：《只是一种社会主义生态学》(*Seule une écologie socialiste*)，巴黎：罗伯特·拉封出版社(Robert Laffont)，1977年。

G. S. 邓巴(Dunbar, G. S.)：《自然史学家埃利兹·雷克白》(*Elisée Reclus. Historian of Nature*)，康乃狄克州哈姆登市：Archon图书公司，1978年。

F. N. 埃杰顿(Egerton, F. N.)：《亚里士多德的人口生物学》(Aristotle's population biology)，《兰科植物》(*Arethusa*)第8期，1975年，第307～

330页。

F. N. 埃杰顿(Egerton, F. N.):《普通生态学与人口生态学史书目指南》(A bibliographical guide to the history of general ecology and population ecology),《历史科学》(*Hist. Sci.*)第十五卷,1977年,第189～215页。

F. N. 埃杰顿(Egerton, F. N.):《生态学史:成就与机遇》(第一部)(The history of ecology: achievements and opportunities, part one),《生物学史杂志》(*Journal of the History of Biology*)第16册第二卷,1983年,第259～310页。

F. N. 埃杰顿(Egerton, F. N.):《生态学史:成就与机遇》(第二部)(The history of ecology: achievements and opportunities, part two),《生物学史杂志》(*Journal of the History of Biology*)第18册第一卷,1985年,第103～143页。

P. R. 埃利希(Ehrlich, P. R.):《人口大爆炸》(*The Population Bomb*),纽约:巴兰坦图书出版集团(Ballantine),1968年。

W. E. 埃克布劳(Ekblaw, W. E.):《北极爱斯基摩人的生态关系》(The ecological relations of the polar Eskimo),《生态学 II》(*Ecology* II)第2期,1921年,第132～144页。

C. 埃尔顿(Elton, C.):《动物生态学》(*Animal Ecology*),伦敦:西奇威克·杰克逊出版公司(Sidgwick Jackson),1927年。

C. 埃尔顿(Elton, C.):《动物的生态学》(*The Ecology of Animals*),伦敦:梅休因出版公司(Methuen),1933年。

L. 费夫尔(Febvre, L.):《地球环境与人类进化》(*La Terre et l'évolution humaine*),巴黎:阿尔班米歇尔出版社(Albin Michel),1949年(1922年第1版)。

L. 菲吉耶(Figuier, L.):《原始人类》(*L'Homme primitif*),巴黎:阿歇特&谢出版社(L. Hachette et Cie),1870年。

J.-C. 菲舍尔(Fischer, J.-C.):《地质学》(*La Géologie*),巴黎:M. A. 出版社,1986年。

弗拉奥(Flahault)、迪朗(Durant):《法国地中海沿岸植被边界》(Les limites de la végétation méditerranéenne en France),《法国植物学会学报》(*Bulletin de la Société botanique de France*)第33期,1886年,第24～33页。

S. A. 福布斯(Forbes, S. A.):《湖泊犹如微观世界》(The lack as a microcosm),《皮奥里亚科学协会学报》(*Bulletin of the Peoria Scientific Association*),1887年;1925年在《伊利诺斯州自然历史调查公报》(*Ill. Nat. Hist. Surv. Bull.*)第15期中再次发表,第537～550页。

F.-A. 福雷尔(Forel, F.-A.):《日内瓦湖,湖沼学专志》(*Le Léman, monographie limnologique*)第三卷,洛桑: F. Rouge 出版社,1892—1901年。

R. T. T. 福曼(Forman, R. T. T.)、M. 戈德龙(Godron, M.):《景观生态学》(*Landscape Ecology*),纽约:约翰威立出版公司(John Wiley & Sons),1986年。

R. 加斯孔(Gascon, R.):《16世纪的大贸易和城市生活:里昂和里昂的商人》(*Grand commerce et vie urbaine au XVI^{-e} siècle: Lyon et ses marchands*)第二卷,巴黎,海牙:羊皮书出版社(Mouton),1971年。

J. 加永(Gayon, J.):《达尔文及后达尔文时代》(*Darwin et l'après-Darwin*),巴黎:基美出版社(Kimé),1991年。

P. 戈迪斯(Geddes, P.):《伟大的地理学家埃利兹·雷克白》(1830—1905年)(A Great Geographer: Elisée Reclus, 1830—1905),《苏格兰地理学杂志》(*Scottish Geographical Magazine*)第21期,1905年,第490～496页,第548～555页。

N. 乔治斯库·洛根(Georgescu-Roegen, N.):《衰变》(*La Décroissance*),巴黎: Sang de la Terre 出版社,1995年。

A. M. 吉拉洛夫(Ghilarov, A. M.):《生态学,神话学,与湖泊学中的有机体思考方式》(Ecology, Mythology, and the organismic way of thinking in limnology),《树木》(*Tree*)第7期,1992年,第22～25页。

C. L. 格洛格尔（Gloger, C. L.）：《气候控制对鸟类的影响》（*Das Abändern der Vögel durch Einfuss des Klimas*），布雷斯劳：舒尔茨出版社（A. Schulz），1833 年。

O. 戈达尔（Godard, O.）：《人类经济活动引导下的预防原则》（*Le Principle de précaution dans la conduite des affaires humaines*），巴黎：INRA－MSH 出版社，1997 年。

G. 戈奥（Gohau, G.）：《地质学史》（*Histoire de la géologie*），巴黎：发现出版社（La Découverte），1987 年。

F. B. 戈利（Golley, F. B.）：《生态学中生态系统概念的历史：不仅仅是部分之和》（*A History of the Ecosystem Concept in Ecology: More than the Sum of the Part*），纽黑文 & 伦敦：耶鲁大学出版社，1993 年。

S. J. 古尔德（Gould, S. J.）：《生命如此美好，进化中的意想不到》（*La Vie est belle, les surprises de l'évolution*），巴黎：瑟伊出版社（Seuil），1991 年（1989 年第 1 版）。

J. 格林尼伏尔德（Grinevald, J.）：《论人们对深层全球生态学应有的整体概念：生物圈》（On a holistic concept for deep and global ecology: the biosphere），《基础科学》（*Fundamenta Scientiae*）第二卷第 8 期，1987 年，第 197～226 页。

J. 格林尼伏尔德（Grinevald, J.）：《关于生物圈概念历史的概述》（Sketch for a history of the idea of biosphere），彼得·班尼亚得（Peter Bunyard）主编：《盖亚在行动：当今地球的科学》（*Gaia in Action, Science of the Living Earth*），爱丁堡：弗洛里斯图书出版社（Floris），1996 年。

A. R. H. 格里瑟巴赫（Grisebach, A. R. H.）：《关于气候变化对自然植被的限制作用》（Über den einfluss des klimas auf die begrenzung der naturlichen floren），《北极花》（*Linnaea*）第 12 期，1838 年，第 159～200 页。

A. R. H. 格里瑟巴赫（Grisebach, A. R. H.）：《地球的植被》（*Die*

Vegetation der Erde)第 2 册,莱比锡:恩格尔曼出版社(Engelman),1872 年;法译本《根据气候分布的地球植被》(*La Végétation du globe d'après sa disposition suivant les climats*),巴黎:巴耶尔出版公司(J.-B. Baillière et fils),1875—1878 年。

E. 海克尔(Haeckel, E.):《人类起源,或人类进化史》(*Anthropogénie, ou histoire de l'évolution humaine*),巴黎:赖因沃德 & 谢出版社(Reinwald & Cie),1877 年。

J. G. 冯·赫德(Herder, J. G. von):《人类进化史的另一种哲学:对本世纪重大成就的回顾》(*Auch eine Philosophie der Geschichte zur Bildung der Menschheit, Beytrag zu vielen Beytragen des Jahrhunderts*),1774 年;马克斯·鲁谢(Max Rouché)译:《历史的另一种哲学》(*Une autre philosophie de l'histoire*),巴黎:奥比耶出版社(Aubier),1964 年。

A. 冯·洪堡(Humboldt, A. von):《论星球地理》(*Essai sur la géographie des plantes*),巴黎:Schoell 出版社,蒂宾根:Gotta 出版社,1807 年。

A. 冯·洪堡(Humboldt, A. von):《全球等温线和热量的分布》(1817)[Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe (1817)],《地质学与普通物理学的交错》(*Mélanges de géologie et de physique générale*),巴黎:自然科学出版社,1864 年。

A. 冯·洪堡(Humboldt, A. von):《宇宙,关于世界物理描述的分析》(*Cosmos, Essai d'une description physique du monde*),巴黎:吉勒 & 博德里出版社(Gilles et Baudry),1847—1859 年。

E. 亨廷顿(Huntington, E.):《文明与气候》(*Civilization and Climate*),纽黑文:耶鲁大学出版社,1915 年。

G. E. 哈钦森(Hutchinson, G. E.):《生物圈》(The biosphere),《科学美国人》(*Scientific American*)第 223 期,1970 年,第 45～53 页。

H. 若纳斯(Jonas, H.):《责任原则》(*Le Principe responsabilité*),巴黎:Le Cerf 出版社,1995 年。

C. 朱迪(Juday, C.):《一座内陆湖的年度能源预算》(Annual energy budget of an inland lake),《生态学》(*Ecology*)第 21 期,1940 年,第 8~50 页。

E. 康德(Kant, E.):《自然通史与宇宙论》(*Histoire générale de la nature et théorie du ciel*),巴黎:弗兰哲学出版社(J. Vrin),1755 年、1984 年。

P. 克罗波特金(Kropotkin, P.):《互帮互助——进化的要素之一》(*Mutual Aid, a Factor of Evolution*),伦敦:威廉·海涅曼公司(William Heinemann),1902 年。

G. 库恩奥尔茨·洛尔达(Kuhnholtz-Lordat, G.):《绿屏障》(*L'Ecran vert*),巴黎:博物馆出版社,1958 年。

C. 克瓦(Kwa, C.):《控制与进化生态学自然的代表》(Representations of nature in cybernetic and evolutionary ecology),载 P. 温加特纳(P. Weingartner),G. 多恩(G. Dorn)主编:《生物学基础》(*Foundations of Biology*),维也纳:Hoelher-Pichler Tempsky 出版社,1986 年。

F. 勒蒂耶(Lethiers, F.):《生物圈的进化与地质事件》(*Evolution de la biosphère et événement géologique*),巴黎:戈登和布里奇科学出版社(Gordon & Breach),1998 年。

林奈乌斯·卡尔·冯(Linnaeus, Carl von)[I. J. 比贝里(Biberg)论文,1749 年],自然中的经济(The economy of nature),《与自然史、畜牧和药物有关的各种论文》(*Miscellaneous Tracts Relating to Natural History, Husbandry and Physick*),伦敦:多德斯勒出版社(R. and J. Dodsley),1762 年(第 2 版)。

E. N. 洛伦茨(Lorenz, E. N.):《混沌的本质》(*The Essence of Chaos*),西雅图:华盛顿大学出版社,1993 年。

F. 罗特(Ferdinand Lot):《古代世界的终结和中世纪的开始》(*La Fin du monde antique et le début du Moyen Age*),巴黎:阿尔班米歇尔出版社(Albin Michel),1968 年(1927 年第 1 版)。

C. 卢布坦(Louboutin, C.):《新石器时代:世界最早的农民》(*Au*

néolithique, les premiers paysans du monde),巴黎：伽利玛出版社(Gallimard),丛书《发现(Découvertes)》,1990 年。

J. 洛夫洛克(Lovelock, J.)：《盖亚——地球生活的新面貌》(*Gaia, a New Look at Life on Earth*),牛津：牛津大学出版社,1979 年。

J. 洛夫洛克(Lovelock, J.)：《盖亚时代》(*The Ages of Gaia*),纽约,伦敦：诺顿出版社(W. W. Norton),1988 年。

J. 洛夫洛克(Lovelock, J.)：《地球是活的生命：盖亚假说》(*La Terre est un être vivant. L'hypothèse Gaïa*),巴黎：弗拉马里翁出版社(Flammarion),丛书《田野》(〈Champs〉),1990 年(1979 年第 1 版)。

J. 洛夫洛克(Lovelock, J.)：《盖亚——行星医学的实用科学》(*Gaia, The Practical Science of Planetary Medicine*),伦敦：盖亚图书出版社(Gaia),1991 年。

C. 莱尔(Lyell, C.)：《地质学原理——尝试解读地表的早期变化》(*The Principles of Geology, being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface*),伦敦：约翰·默里出版社(John Murray),1830 年。

R. H. 麦克阿瑟(MacArthur, R. H.)、威尔逊, E. O. (Wilson, E. O.)：《岛屿动物地理学的均衡理论》(An equilibrium theory of insular zoogeography),《进化》(*Evolution*)第 17 期,1963 年,第 373～387 页。

T. R. 马尔萨斯 (Malthus, T. R.)：《人口学原理》(1878)(*An Essay on the Principle of Population (1878)*),牛津：牛津大学出版社,1993 年。

R. 马加莱夫(Margalef, R.)：《生态学理论的前景》(*Perspectivas de la teoría ecológica*),巴塞罗那：Blume 出版社,1978 年。

R. 马加莱夫(Margalef, R.)：《生态学》(*Ecologia*),巴塞罗那：普拉内塔出版社(Planeta),1986 年。

G. P. 马什(Marsh G. P.)：《人与自然——人类行为改造的自然地理》(*Man and Nature, of physical geography as modified by human action*),伦敦,1864 年(1965 年再版,马萨诸塞州剑桥：哈佛大学出

版社)。

P. 马塔涅(Matagne, P.):《植物群的分类与命名》(The taxonomy and nomenclature of plant groups),《科学生态学的欧洲起源》(1800—1901)(*The European Origins of Scientific Ecology*(*1800—1901*)), CD-ROM第2盘,帕特里克·布兰丁(Patrick Blandin)介绍,阿姆斯特丹:戈登和布里奇出版公司(Gordon & Breach),1998年。

P. 马塔涅(Matagne, P.):《自然主义者与生态学(1800—1914年)》(*Les Naturalistes et l'écologie* (*1800—1914*)),巴黎:CTHS出版社,1999年。

P. 马塔涅(Matagne, P.):《走进生态学及其历史》(*Comprendre l'écologie et son histoire*),Lonay(瑞士),巴黎:德拉绍与尼埃斯莱出版社(Delachaux et Niestlé),2002年。

R. H. 麦克阿瑟(MacArthur, R. H.)、威尔逊, E. O. (Wilson, E. O.):《岛屿动物地理学理论》(*The Theory of Island Biogeography*),新泽西州普林斯顿:普林斯顿大学出版社,1967年。

C. 德孟德斯鸠(Montesquieu, C. de):《论法的精神》(*De l'esprit des lois*),巴黎:伽尔尼耶兄弟出版社(Garnier Frère),1961年(1784年第1版)。

L. 芒福德(Mumford, L.):《技术与文明》(*Technique et civilisation*),巴黎:瑟伊出版社(Seuil),1950年。

Z. 纳夫(Naveh, Z.)、利伯曼, A. S. (Liberman, A. S.):《景观生态学理论与应用》(*Landscape Ecology. Theory and Applicaion*),纽约:施普林格出版社(Springer Verlag),1984年。

E. P. 奥德姆(Odum, E. P.):《生态学基础》(*Fundamentals of Ecology*),费城:桑德斯出版公司(W. B. Saunders),1953年。

E. P. 奥德姆(Odum, E. P.):《生态学——一门新综合学科的出现》(The emergence of ecology as a new integrative discipline),《科学》(*Science*)第195期,1977年,第1289~1293页。

F. 奥斯本(Osborn, F.):《我们被洗劫的地球》(*Our Plundered Planet*),

波士顿：小布朗出版公司(Little Brown)，1948年。

F. 奥斯特(Ost, F.)：《规律外的自然——从生态到法律考验》(*La Nature hors la loi, l'écologie à l'épreuve du droit*)，巴黎：发现出版社(La Découverte)，1995年。

B. C. 帕藤(Patten, B. C.)：《生态系统控制论简介：从营养动态角度》(An introduction to the cybernetics of the ecosystem: the trophic-dynamic aspect)，《生态学》(*Ecology*)第40期，1959年，第221～231页。

D. 佩帕(Pepper, D.)，《现代环境论溯源》(*The Roots of Modern Environmentalism*)，伦敦：克鲁姆·赫尔姆图书公司(Croom Helm)，1984年。

N. 波露宁(Polunin, N.)、J. 格林尼伏尔德(Grinevald, J.)：《沃尔纳德斯基与生物圈生态》(Vernadsky and biospheral ecology)，《环境保护》(*Environmental Conservation*)第15期，1988年，第117～122页。

J.-C. 篷(Pont, J.-C.)、J. 拉基(Lacki, J.)：《最初的攀登者——科学与山的关系史》(*Une Cordée originale. Histoire des relations entre science et montagne*)，日内瓦：乔治出版社(Georg)，2000年。

F. 拉采尔(Ratzel, F.)：《民俗学》(*Völkerkunde*)第三卷，莱比锡：书目研究所，1885年，1886年，1888年。

F. 拉采尔(Ratzel, F.)：《人文地理分布学》(*Anthropogeographie*)，斯图加特：恩格尔霍恩出版社(J. Engelhorn)，1891年。

F. 拉采尔(Ratzel, F.)：《人类历史》(*The history of Mankind*)，伦敦：麦克米伦出版公司(Macmillan)，1896—1898年。

F. 拉采尔(Ratzel, F.)：《土地、社会与国家》(Le sol, la société et l'Etat)，《社会学年鉴》(*L'Année sociologique*)，1898—1899年。

E. 雷克白(Reclus, E.)：《人与自然——关于自然地理中的人类行为》(L'homme et la nature. De l'action humaine sur la géographie physique)，《两个世界杂志》(*La Revue des Deux Mondes*)第34期，1863年。

E. 雷克白(Reclus, E.):《地球——地球生命现象的描述》(*La Terre, description des phénomènes de la vie du globe*)第二卷,巴黎:阿歇特出版社(Hachette),1868—1869年。

E. 雷克白(Reclus, E.):《一条小溪的历史》(*Histoire d'un ruisseau*),巴黎:阿歇特出版社(Hachette),1869年。

E. 雷克白(Reclus, E.):《新通识地理学——地球与人类》(*Nouvelle géographie universelle. La Terre et les hommes*)第19卷,巴黎:阿歇特出版社(Hachette),1876—1894年。

E. 雷克白(Reclus, E.):《地球——地球生命现象的描述》(*La Terre, description des phénomènes de la vie du globe*),巴黎:阿歇特出版社(Hachette),1881年。

E. 雷克白(Reclus, E.):《人类与地球》(*L'Homme et la Terre*)第6卷,巴黎:世界出版社(Universelle),1905—1908年。

K. 里特尔(Ritter, K.):《地理》(*Erdkund*),柏林,1822年。

K. 里特尔(Ritter, K.):《普通比较地理学》(*Géographie générale comparée*),巴黎:保兰出版社(Paulin),1836年。

K. 里特尔(Ritter, K.):《关于地球表面各大陆的构造及其在历史上的作用》(De la configuration des continents sur la surface du globe, et de leurs fonctions dans l'histoire),《日耳曼月刊》(*Revue germanique*)第8期,1859年,第241～267页。

M. 沙咖(Sakka, M.):《另一面的人类起源》(*Les Origines de l'Homme, un autre regard*),巴黎:梅西多出版社(Messidor),1991年。

P. 萨拉赞(Sarasin, P.):《世界对自然的保护》(*Protection mondiale de la nature*),巴塞尔,1911年。

P. 萨拉赞(Sarasin, P.):《世界对野生动物的保护》(La protection mondiale de la faune sauvage),《首届国际保护大自然大会公报(1923)》(*Actes du Ier congrès international pour la protection de la nature (1923)*),巴黎,1925年,第34～44页。

F. W. J. 冯·谢林(Schelling, F. W. J. von):《自然哲学观念——该科

学研究介绍》(*Ideen zur einer Philosophie der Natur. Als Einleitung in das Studium dieser Wissenschaft*),1797 年;由埃罗尔 · E. 哈里斯(Errol E. Harris)和彼得 · 希思(Peter Heath)译为 *Ideas for a Philosophy of Nature, as Introduction to the Study of This Science*,剑桥:剑桥大学出版社,1988 年。

B. 施奈德(Schneider, B.):《丑闻与耻辱》(*Le Scandale et la Honte*),巴黎,罗马俱乐部:罗谢出版社(Le Rocher),1996 年。

E. 薛定谔(Schroedinger, E.):《生命是什么?》(*Qu'est-ce que la vie?*),由莱昂 · 凯芙勒(Léon Keffler)译为英文,安托万 · 当尚(Antoine Danchin)作序,克洛德 · 德布吕(Claude Debru)作后记,巴黎:克里斯蒂安 · 布尔格瓦出版社(Christian Bourgois),1986 年(1945 年第 1 版)。

C. 施罗特(Schroeter, C.):《瑞士的自然保护》(La protection de la nature en Suisse),《第三届国际植物学会议公报》(*Actes du IIIe congrès international de Botanique*),布鲁塞尔,第 83~94 页。

C. G. 桑佩(Semper, C. G.):《影响动物生命而存在的自然条件》(*The Natural Conditions of Existence as They Affect Animal Life*),伦敦:基根 · 保罗出版公司(Kegan Paul),1881 年。

G. 塞申斯(Sessions, G.)主编:《21 世纪深层生态学》(*Deep Ecology for the xxie Century*),波士顿 & 伦敦:香巴拉出版社(Shambhala),1995 年。

M. 索尔(Sorre, M.):《人类生态学》(L'écologie de l'Homme),《剑桥国际地理学会议公报》(*Actes du congrès international de géographie de Cambridge*),1928 年,第 325~328 页。

M. 索尔(Sorre, M.):《人类地理的生物学基础——论人类生态学》(*Les Fondements biologiques de la géographie humaine, Essai d'une écologie de l'homme*),巴黎:阿尔芒 · 科兰出版社(Armand Colin),1943 年。

M. 索尔(Sorre, M.):《地球上的人类》(*L'Homme sur la Terre*),巴黎:

阿歇特出版社(Hachette),1961 年。

P. J. 泰勒(Taylor):《专家乐观主义,H. T. 奥德姆,与二战后生态隐喻的局部转型》(Technocratic optimism, H. T. Odum, and the partial transformation of ecological metaphor after World War II),《生物学史杂志》(*Journal of the History of Biology*)第 21 期,1988 年,第 213～244 页。

H. D. 托雷(Thoreau, H. D.):《瓦尔登湖,丛林里的生命》(*Walden, or Life in the Woods*),波士顿:蒂克纳和菲尔兹出版公司(Tichnor and Fields),1854 年。

韦科尔(Vercors):《变质的动物》(*Les Animaux dénaturés*),巴黎:阿尔班米歇尔出版社(Albin Michel),Le Livre de Poche 出版社,1956 年(1952 年第 1 版)。

P. -F. 韦尔侯斯特(Verhulst, P. -F.):《关于人口增长规律的数学研究》(Recherches methématiques sur la loi d'accroissement de la population),《比利时皇家学院论文集》(*Mem. Acad. Roy. Belg.*)第 18 期,1845 年,第 1～39 页。

P. -F. 韦尔侯斯特(Verhulst, P. -F.):《再议人口增长规律》(Deuxième mémoire sur la loi d'accroissement de la population),《比利时皇家学院论文集》(*Mem. Acad. Roy. Belg.*)第 20 期,1847 年,第 1～32 页。

W. I. 沃尔纳德斯基(Vernadsky, W. I.):《地球化学》(*La Géochimie*),巴黎:费利克斯·阿尔冈出版社(Félix Alcan),1924 年。

W. I. 沃尔纳德斯基(Vernadsky, W. I.):《生物圈》(*Biosfera*),列宁格勒:化学科学技术出版社,1926 年。

W. I. 沃尔纳德斯基(Vernadsky, W. I.):《生物圈》(*Biosphère*),巴黎:费利克斯·阿尔冈出版社(Félix Alcan),1929 年。

N. 维纳(Wiener, N.):《控制论》(*Cybernetics*),巴黎:埃尔芒出版社(Hermann),1958 年。

致谢

衷心感谢在这本《气候史》成书期间给予我帮助的所有人：多纳托·贝尔冈蒂(Donato Bergandi)，基娅拉·塞尔多马(Chiara Certoma)，维克托·德米厄(Victor Demiaux)，让马克·德鲁安(Jean-Marc Drouin)，多米尼克·格勒隆(Dominique Grelon)，让马里·拉孔布(Jean-Maire Lacombe)，塞巴斯蒂安·拉孔布(Sébastien Lacombe)，塞尔日·拉卢瓦耶(Serge Laloyer)，和迪迪埃·里夏尔(Didier Richard)。佩兰出版社马里·勒鲁瓦女士(Mary Leroy)批判性的意见尤其宝贵。本书得益于勒鲁瓦女士之处甚多，在此，致以深深的谢意。

译后记

如今，气候变化问题正受到人们越来越多的关注；然而，气候的演变是一个漫长而又复杂的过程。《气候的历史》一书是长期致力于科学生态学和环境科学研究的法国著名科学历史学家帕斯卡尔·阿科特于2009年出版的一部力作。该书通过古往今来的生动事例、充分翔实的确凿数据和细腻的笔触，引领我们踏上了一条探究始于地球形成之初、并通往无限未来的气候演变之路。在本书中，作者不仅阐述了气象学家们对于气候变化未来趋势的多种观点，也提出了自己的独到见解。希望这本凝聚着编者与译者心血的书，能够带给读者们一些思索、警示和启迪。

本书的翻译工作分配如下：胡子（第一部分）、傅晶和章懿（第二部分）、李孝琴（第三部分）、巩珊珊（参考文献、附录等），陈弘、李孝琴、巩珊珊、胡子校对、统稿，陈弘策划。

陈　弘　李孝琴

华澳译社

2011年6月